

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»

**ИССЛЕДОВАНИЯ
И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ,
ЭНЕРГЕТИКИ
И УПРАВЛЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
XIX Международной научно-технической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых**

Гомель, 25–26 апреля 2019 года

Гомель 2019

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

И88

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, доц. *А. А. Бойко* (отв. редактор)

д-р техн. наук, проф. *М. И. Михайлов*

д-р физ.-мат. наук, проф. *О. Н. Шабловский*

д-р техн. наук, проф. *И. А. Мурашко*

канд. техн. наук, доц. *И. Н. Степанкин*

канд. техн. наук, доц. *В. Б. Попов*

канд. техн. наук, доц. *А. В. Шаповалов*

канд. техн. наук, доц. *В. В. Годарев*

канд. техн. наук, доц. *Ю. В. Крышнев*

канд. техн. наук, доц. *Ю. Л. Бобарикин*

канд. техн. наук, доц. *Т. А. Трохова*

канд. техн. наук *А. О. Добродей*

канд. экон. наук, доц. *Е. А. Кожевников*

канд. экон. наук, доц. *О. В. Лапицкая*

канд. экон. наук, доц. *И. В. Ермонина*

Под общей редакцией д-ра техн. наук, доц. *А. А. Бойко*

Подготовка и проведение конференции осуществлены на базе
Гомельского государственного технического
университета имени *П. О. Сухого*

Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики
И88 и управления : материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспиран-
тов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2019 г. / М-во образования Респ. Бе-
ларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. *П. О. Сухого* ; под общ. ред. *А. А. Бойко*. –
Гомель : ГГТУ им. *П. О. Сухого*, 2019. – 619 с.

ISBN 978-985-535-422-3.

Содержатся материалы XIX Международной научно-технической конфе-
ренции по следующим направлениям: машиностроение; материаловедение
и технологии обработки материалов; энергетика; радиоэлектроника, автомати-
ка, телекоммуникации, связь; экономика, организация производства и управле-
ния в промышленности; отраслевая экономика и управление; маркетинг и кор-
поративное управление; информационные технологии и моделирование; физи-
ческие и математические методы исследования сложных систем.

Для студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

ISBN 978-985-535-422-3

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени *П. О. Сухого*», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|---|----|
| <i>Михайлов М. И.</i> Надежность систем инструментообеспечения автоматизированного производства | 13 |
| <i>Волкова Ю. А.</i> Методические аспекты оценки потенциала кластерного развития промышленного комплекса Республики Беларусь..... | 18 |

Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Артемов В. В., Стасенко Д. Л.</i> Влияние вязкости рабочей жидкости на характеристики распределителя | 24 |
| <i>Ашомко Е. В., Петришин Г. В.</i> Исследование напряженно-деформированного состояния фрезы торцевой со сменными многогранными пластинами различных производителей..... | 27 |
| <i>Гутман Р. Е., Ткачев В. М.</i> Оценка напряженного состояния вблизи стенки скважины на примере скважины Речицкого месторождения | 30 |
| <i>Дасько Д. Д., Андреевец Ю. А.</i> Признаки возникновения кавитации при эксплуатации насосов | 33 |
| <i>Евтушков С. И., Родзевич П. Е.</i> Исследование нагруженности управляемого моста зерноуборочного комбайна | 36 |
| <i>Климковецкий А. Г., Михайлов М. И.</i> Анализ напряженно-деформированного состояния контактов с неэвольвентным зацеплением в среде ANSYS..... | 39 |
| <i>Ковалевский Д. И., Козырева С. В.</i> Совершенствование технологий одновременно раздельной эксплуатации нефтяных скважин НГДУ «Речицанефть» | 42 |
| <i>Мельниченко М. С., Андреевец Ю. А., Стасенко Д. Л.</i> Компьютерное моделирование гидросистем с LS-регулированием..... | 45 |
| <i>Мицура Д. Ю., Андреевец Ю. А., Стасенко Д. Л.</i> Оптимизация системы гидропривода прессы с целью энергосбережения | 48 |
| <i>Прокофьев А. А., Михайлов М. И.</i> Анализ напряженно-деформированного состояния токарного трехкулачкового патрона | 51 |
| <i>Тимашок А. И., Старовойтов Н. А.</i> Разработка постпроцессора для токарной обработки на станках с ЧПУ | 54 |
| <i>Шиленкова В. Н., Авиновская Т. В., Асадчев А. С.</i> Роль жидкостей глушения в процессе ремонта скважин на месторождениях Беларуси | 58 |
| <i>Табылов А. У., Орынбасаров Н. Ж.</i> Особенности эксплуатации станочного оборудования современных роботизированных технологических комплексов | 61 |
| <i>Ящук И. Р., Паньков С. Б., Литвин А. В.</i> Оптимизация процесса синтеза новых технических решений в машиностроении..... | 65 |
| <i>Аксенов Д. А., Асадчев А. С.</i> Особенности перевода скважин на истощенных нефтяных месторождениях в подземные хранилища газа | 68 |

Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

| | |
|--|----|
| <i>Аль-Камали М. Ф. С. Х., Алексеенко А. А.</i> Морфология поверхности SiO ₂ -ксерогелей, содержащих восстановленную медь | 71 |
|--|----|

| | |
|--|-----|
| Поздняков Е. П., Астрейко А. В., Парецкая Е. А., Радионов А. В., Степанкин И. Н. Сравнительная оценка износостойкости науглероженных слоев улучшаемых сталей 40X и 42CRMoS4 | 72 |
| Васильков Д. М., Астапенко И. В. Анализ влияния процесса поворота полосы в неприводном кантующем устройстве на энергосиловые параметры привода клетки | 75 |
| Васильков Д. М., Астапенко И. В. Совершенствование конструкции кантующей проводки клетки для непрерывной сортовой прокатки | 79 |
| Дробышевская Н. Е., Шиленкова В. Н., Давыдова О. В. Керамические оптические композиты на основе наноструктурированных порошков $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$ | 81 |
| Жуковский А. М., Гутман Р. Е., Степанкин И. Н. Напряженно-деформированное состояние материалов в области контакта с индентором Виккерса при дюрометрических испытаниях | 85 |
| Поздняков Е. П., Кривенкова А. А., Астрейко А. В., Радионов А. В., Степанкин И. Н. Влияние длительности цементации на структуру и твердость науглероженных слоев стали 40X | 88 |
| Кученев В. О., Асадчев А. С. Сравнительные коррозионные испытания сталей повышенной эксплуатационной надежности в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» | 91 |
| Мартьянов Ю. В., Бобарикин Ю. Л. Влияние натяжения металлокорда и радиуса его изгиба в деформаторе на напряжения и перемещения в металлокорде | 94 |
| Мартьянов Ю. В., Бобарикин Ю. Л. Влияние напряжений и перемещений в металлокорде на прямолинейность металлокорда после свивки | 97 |
| Мельникова А. Д., Мельников Д. В., Царенко И. В. Восстановление деталей плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 газотермической наплавкой..... | 99 |
| Панковец И. А., Верещакгин М. Н. Оценка эффективности действующих схем калибровки в обеспечении точности профиля при непрерывной прокатке на мелкосортно-проволочном стане 370/150 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» | 102 |
| Верещак С. В., Пищик В. И., Обидина О. В. Плазменная технология упрочнения и улучшения эксплуатационных характеристик быстрорежущих сталей..... | 110 |
| Поздняков Е. П., Парецкая Е. А., Мартьянов А. В., Папко С. Г., Радионов А. В., Серафимович А. А., Степанкин И. Н. Особенности роста зерна при закалке цементованного слоя стали 16MnGrS5 высокоэнергетическим воздействием..... | 111 |
| Радькин Я. И., Бобарикин Ю. Л. Исследование влияния калибровки раскатного стана на геометрию черновой трубы..... | 114 |
| Савченко С. А., Астапенко И. В. Анализ влияния деформационных параметров прокатки на качество прутка из шарикоподшипниковой стали в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» | 116 |
| Хохлов А. С., Астапенко И. В. Методика расчета деформационных параметров прокатки в ящичных калибрах системы «квадрат–прямоугольник–квадрат» | 119 |
| Цырганович И. А., Мартьянов Ю. В., Бобарикин Ю. Л. Определение нагрузки на элементы сдвоенного кабестана канатной машины методом численного моделирования..... | 123 |
| Яночкин П. С., Москвичев М. И., Русыкин А. С., Гайшун В. Е. Исследование оптических свойств и морфологии поверхности TiO_2 , SiO_2 и ZrO_2 золь-гель пленок | 126 |
| Пости А. И., Бобарикин Ю. Л. Влияние микролегирования стали ниобием на механические свойства горячекатаной арматуры | 129 |

| | |
|--|-----|
| <i>Парецкая Е. А., Бобарикин Ю. Л., Мартьянов Ю. В.</i> Влияние воздействия правильно-рихтовального устройства на технологические свойства тонкой стальной проволоки для металлокорда 2х0,30SHT..... | 133 |
| <i>Синицкий А. А., Одарченко И. Б., Жаранов В. А.</i> Вероятность образования экзогенных неметаллических включений на поверхности стальных отливок..... | 137 |

Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

| | |
|--|-----|
| <i>Андрейчиков М. В., Овчинников В. М.</i> Белорусская АЭС и Белорусская железная дорога..... | 142 |
| <i>Буяков В. А., Зализный Д. И.</i> Генерирование электроэнергии в спортивных тренажерах..... | 144 |
| <i>Валько Е. И., Широков О. Г.</i> Влияние технологического оборудования ОАО «Белшина» на показатели качества электроэнергии..... | 147 |
| <i>Васильев В. Д., Назюта А. М., Бычкова Л. Г.</i> Математическое моделирование переходных процессов в сложных нелинейных цепях..... | 150 |
| <i>Внуков М. О., Зализный Д. И.</i> Оценочный расчет электрогенератора для проезжей части..... | 154 |
| <i>Внуков М. О., Колесник Ю. Н.</i> Эффективность оплаты за электроэнергию по дифференцированному тарифу в быту..... | 156 |
| <i>Голубева В. А., Грунтович Н. В.</i> Улучшение виброакустических характеристик подшипников качения с использованием инновационных технологий..... | 160 |
| <i>Горовой А. В., Добродей А. О.</i> Холодильная система для получения ледяной воды..... | 163 |
| <i>Горох И. А., Алферова Т. В.</i> Обзор рынка современного компрессорного оборудования нефтеперерабатывающих предприятий..... | 166 |
| <i>Горунов Е. А., Рудченко Ю. А.</i> Оптимизация параметров системы управления освещением..... | 169 |
| <i>Губар А. С., Лычев П. В.</i> Повышение надежности работы распределительных электрических сетей..... | 171 |
| <i>Ечишев Н. А., Алферова Т. В.</i> Усовершенствование устройства контроля несанкционированного отбора электроэнергии на базе счетчика СТК-1..... | 173 |
| <i>Зуев А. Э., Зализный Д. И.</i> Расчет системы автоповорота фотоэлектрических модулей..... | 176 |
| <i>Кидун Н. М., Адаменко П. А., Шаповалов А. В.</i> Практическое использование высокоэффективных двухфазных теплопередающих систем..... | 178 |
| <i>Клекта Е. В., Злотников И. И.</i> Изготовление и демонстрация трансформатора Тесла..... | 181 |
| <i>Клещев В. А., Алферова Т. В.</i> Современный рынок тепловых завес: перспективы, области применения..... | 185 |
| <i>Ключинский В. П., Овсянник А. В.</i> Перегрев паров хладагента в камере сгорания ГТУ парогазовой установки..... | 188 |
| <i>Костюченко В. А., Макеева Е. Н.</i> Определение фракционного состава топлива и влияние вторичной перегонки на его характеристики..... | 190 |
| <i>Кныш О. А., Макеева Е. Н.</i> Применение рабочих веществ «нового поколения» в испарителях холодильных и теплонасосных установок..... | 194 |
| <i>Кныш О. А., Костюченко В. А., Овсянник А. В.</i> Тригенерация энергии в турбодетандерных фреоновых установках с использованием высокотемпературных вторичных энергетических ресурсов..... | 197 |
| <i>Ковальчук П. А., Овсянник А. В.</i> Парогазовая установка с котлом-утилизатором и турбодетандером на основе диоксида углерода..... | 200 |

| | |
|---|-----|
| Козырева С. В., Овсянников Н. А., Порошина С. Л., Порошин В. Д. Гидрохимическая оценка масштабов рассоления коллекторов при разработке западного и восточного участков семилукской залежи нефти Осташковичского месторождения | 204 |
| Куликова М. В., Бахмутская В. В. Применение энергосберегающих модулей в деревообработке | 207 |
| Купцов Д. М., Евминов Л. И. Современные способы и устройства защиты линий 6–35 кВ от перенапряжений..... | 210 |
| Леонович Р. В., Новиков М. Н. Конструкции теплообменного аппарата для трех рабочих сред..... | 213 |
| Мазаева Е. В., Алферова Т. В. Адаптация аппаратной и организационной сторон контроля показателей качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32144–2013..... | 215 |
| Максимович В. С., Погуляев М. Н. Анализ требований, предъявляемых к автономным системам электропитания с учетом обеспечения электромагнитной совместимости | 219 |
| Миронов Е. В., Рудченко Ю. А. Виртуальный стенд по анализу опасности поражения электрическим током..... | 221 |
| Пархомчук Д. Г., Гаспаров И. Г., Никулина Т. Н. Анализ структуры бытового потребления энергетических ресурсов (потребление воды)..... | 223 |
| Пшеничный С. А., Зализный Д. И. Проектирование виртуального лабораторного стенда для изучения низковольтных распределительных устройств систем электроснабжения | 226 |
| Светличный К. А., Страковский С. М., Толконица М. В., Шаповалов А. В. Экспериментальный метод исследования работы двухфазного теплопередающего устройства..... | 227 |
| Серов С. Е., Павлюк В. А., Бычкова Л. Г. Особенности измерения параметров несинусоидального периодического напряжения..... | 230 |
| Сницаренко С. Ф., Широков О. Г. Повышение надежности электроснабжения нетягового электрооборудования железнодорожных потребителей | 233 |
| Снегирева А. Г., Новиков М. Н. Оптимизация режимов работы котлоагрегатов котельных КЖУП «Гомельский райжилкомхоз»..... | 236 |
| Стелькин Ф. В., Короткевич М. А. Разрушающие и неразрушающие методы диагностики кабельных линий напряжением 6–10 кВ..... | 238 |
| Чигринец А. А., Погуляев М. Н. Компьютерное моделирование энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов..... | 240 |
| Шелестов Д. С., Широков О. Г. Автоматизация расчета и выбора электрооборудования промышленного предприятия..... | 244 |
| Шкробот А. А., Макеева Е. Н. Показатели качества водоисточников города Гомеля и Гомельской области | 247 |
| Эгамов Д. А., Узиков Р., Боихонов З. У. Эффективность применения «переносного АВР-0,4 кВ» для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей..... | 250 |
| Кунава А. В., Алферова Т. В. Регистраторы аварийных режимов для контроля переходных процессов в Оршанских электрических сетях | 253 |
| Матлах А. Т., Алферова Т. В. Цифровые средства регистрации аварийных событий в Бобруйских электрических сетях | 256 |
| Худолей С. П., Алферова Т. В. Компенсация реактивной мощности в сетях с высшими гармониками | 259 |
| Сопот Д. С., Алферова Т. В. Электрический расчет нагревателей печей сопротивления | 261 |

| | |
|--|-----|
| <i>Гурин И. В., Костюков П. В., Горлов А. Н.</i> Пути энергосбережения в многоквартирном жилом доме | 264 |
| <i>Руднев В. В., Шинаков В. А., Сидоров Е. А., Бирюлин В. И.</i> Выбор способа управления маломощной солнечной электростанцией | 267 |
| <i>Рахимова К. К., Турсунов Ш. С., Ураков К. Х., Дамаев Н. К., Садыков Ж. Д., Холмирзаев Н. С.</i> Математическая модель расчета температурного поля теплоаккумулирующей стенки энергоэффективных зданий с альтернативным источником энергии | 271 |
| <i>Богомолова О. С., Кирик В. В.</i> Интеграция СЭС в замкнутую электрическую сеть 110 кВ | 274 |
| <i>Zhang Zheng.</i> Mathematical model of thermal scheme of backpressure turbine 100 MW | 278 |

Секция IV. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, АВТОМАТИКА, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ, СВЯЗЬ

| | |
|--|-----|
| <i>Аверков Н. А., Сахарук А. В., Крышнев Ю. В.</i> Передача измерительной информации в коротковолновом диапазоне для автономных измерительных станций нефтепроводного транспорта | 281 |
| <i>Березявка А. И., Захаренко Л. А.</i> Четырехканальный измеритель-регистратор температуры | 283 |
| <i>Бобылев К. В., Сахарук А. В.</i> Информационная система менеджера для холодных продаж | 285 |
| <i>Бондарев А. В., Шабловский Я. О.</i> Автосигнализация на основе УФ-связи | 289 |
| <i>Быков Н. Н., Веннер Л. В.</i> Стенд для автоматизации проверки импульсных блоков питания персональных электронных вычислительных машин | 293 |
| <i>Гринцевич А. А., Снытков И. А., Виноградов Э. М.</i> Микроконтроллерная система мониторинга метеорологических параметров | 296 |
| <i>Гулев П. С., Сахарук А. В.</i> Система экстренного вызова помощи | 298 |
| <i>Гуща Е. В., Колесников Н. А., Хананов В. А.</i> Применение Wi-Fi модуля с Web-интерфейсом в автоматизированных системах управления технологическими процессами | 300 |
| <i>Демиденко Н. Г., Сахарук А. В.</i> Мобильный диспетчерский пульт для станций проекта THEOREMS-Dnipro | 303 |
| <i>Зуборев Д. Г., Храбров Е. А., Крышнев Ю. В.</i> Сравнительный анализ способов управления станков с числовым программным управлением | 305 |
| <i>Иванишин В. В., Карпов В. А.</i> Чувствительный элемент датчика износа механических узлов | 307 |
| <i>Науменко Р. С., Захаренко В. С.</i> Электромеханический испытательный стенд на основе асинхронных электродвигателей, управляемых частотными преобразователями с взаимной нагрузкой по промежуточной цепи постоянного тока | 312 |
| <i>Климашевский И. И., Ковалев А. В.</i> Построение отказоустойчивых каналов связи на базе оборудования MikroTik | 314 |
| <i>Ковалев Н. А., Ковалев А. В.</i> Модуль бесконтактной системы оплаты для вендингового автомата | 319 |
| <i>Ковалев Д. В., Карпов В. А., Ковалев А. В.</i> Способы повышения точности дозирования противогололедных материалов комбинированными дорожными машинами | 322 |

| | |
|---|-----|
| <i>Козырев Е. И., Крышнев Ю. В.</i> Разработка комплексной системы автоматизированного управления вертикального одношпиндельного двухсуппортного токарного станка | 323 |
| <i>Нестеренко М. А., Сахарук А. В., Крышнев Ю. В.</i> Разработка баз данных для проекта THEOREMS-Dnipro | 327 |
| <i>Пищик В. И., Верещак С. В., Обидина О. В.</i> К вопросу использования автоматической системы экстренного торможения автомобилей | 331 |
| <i>Поляков К. Д., Захаренко В. С.</i> Сравнение способов ограничения регуляторов в системах автоматического управления | 332 |
| <i>Рамнёў У. А., Быкаў М. М., Крышнеў Ю. В., Сахарук А. У., Захаранка Л. А.</i> Web-сістэма апрацоўкі і адлюстравання гідраметэаралагічнай/экалагічнай інфармацыі станцый АНМЭС праекта THEOREMS-Dnipro | 335 |
| <i>Русаков М. С., Сахарук А. В.</i> Разработка информационной системы учета продаж для сети CoffeeShine | 338 |
| <i>Самовендюк М. Н., Кудин В. П.</i> Обзор технологий изготовления flash-памяти | 341 |
| <i>Соболев В. И., Крышнев Ю. В.</i> Системы обработки информации на основе отладочной платы Spartan-3E StarterKit | 345 |
| <i>Старовойтов Е. Г., Караханов В. П., Захаренко В. С.</i> Система наведения камеры | 349 |
| <i>Степанцов Н. В., Храбров Е. А., Крышнев Ю. В.</i> Разработка электрической схемы системы управления и алгоритмов программы ПЛК плоскошлифовального станка | 351 |
| <i>Лисовский Д. А., Пунтус В. И., Брель В. В.</i> Управление силовыми электромагнитами в линейном электродвигателе поезда | 353 |
| <i>Костюкевич Р. А., Кухаренко С. Н.</i> Система регулирования тока в обмотке синхронного двигателя с постоянными магнитами | 355 |
| <i>Григорьев А. С., Плотников А. В.</i> Контроль метрологической пригодности индуктивных датчиков положения сервоприводов в технологических процессах компаний машиностроительного комплекса | 359 |

Секция V. ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

| | |
|--|-----|
| <i>Атросценко К. В., Ермоница И. В., Ридецкая И. Н.</i> Эффективность продвижения продукции машиностроения | 363 |
| <i>Богданович В. Г., Громько Р. И.</i> Экспорт образовательных услуг Республики Беларусь | 366 |
| <i>Буренин А. Д., Ермоница И. В.</i> Анализ перспектив рынка Казахстана и оценка эффективности стратегии освоения внешнего рынка ОАО «Светлогорскхимволокно» | 367 |
| <i>Бутко М. С., Савченко Ю. В.</i> Современные проблемы бизнес-планирования и пути их решения | 370 |
| <i>Гареленко А. А., Андриянчикова М. Н.</i> Создание проектной команды для увеличения эффективности деятельности предприятия | 373 |
| <i>Емельянченко Я. В., Лапицкая Л. М.</i> Факторы, препятствующие инновационной деятельности промышленных организаций Гомельской области | 376 |
| <i>Захарова Ю. А., Ермоница И. В.</i> Авария на ЧАЭС: радиоактивное загрязнение территории и оценка ущерба | 380 |
| <i>Зорька О. И., Ермоница И. В.</i> Формирование системы венчурного финансирования в Республике Беларусь | 383 |
| <i>Исупова Д. А., Андриянчикова М. Н.</i> ЗАО «Штадлер Минск» как пример эффективного вложения иностранных инвестиций в экономику Республики Беларусь | 386 |

| | |
|--|-----|
| <i>Кудравец В. В., Андриянчикова М. Н.</i> Использование интернет-ресурсов в продвижении продукции промышленных предприятий | 389 |
| <i>Паршина А. П.</i> Технология Digital Workplace как проявление цифровой трансформации управления персоналом..... | 392 |
| <i>Семенова К. С., Ландова Н. К.</i> Доходы населения и проблема неравенства в распределении доходов в Республике Беларусь..... | 394 |
| <i>Семенова К. С., Смирнова М. В., Ермонина И. В.</i> Налоговая политика Республики Беларусь и перспективные направления ее развития | 397 |
| <i>Ткаченко Д. Д., Демидович И. С., Ермонина И. В.</i> Тренды интернет-маркетинга..... | 400 |
| <i>Насриддинов Ж. И., Маматов А. А.</i> Важность использования методов ускоренной амортизации в инновациях и модернизации..... | 403 |
| <i>Савицкая К. Б., Савоневская А. Ю., Селюжицкая Т. В.</i> Факторный анализ изменения доходов государственного бюджета..... | 406 |
| <i>Семенов З. А. Крюков В. В., Сыромятников П. С.</i> Пути увеличения прибыли за счет снижения издержек на предприятии..... | 409 |
| <i>Кисаева З. Н.</i> Информационно-аналитическое обеспечение управления бухгалтерскими рисками | 413 |
| <i>Абдылкарим Т. Е., Абдешов Д. Д.</i> Production and management of chemical products in Kazakhstan | 417 |
| <i>Жоламанова М. Н., Абдешов Д. Д.</i> Геологические основы разработки нефтяных месторождений и ее финансирование | 418 |
| <i>Рамазан М., Абдешов Д. Д.</i> Технология разработки месторождений углеводородов.... | 420 |

Секция VI. ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Асвинов Р. В., Кожевников Е. А.</i> Повышение эффективности добычи нефти механизированным способом..... | 423 |
| <i>Амелькович В. С., Астраханцев С. Е.</i> Организация и автоматизация процесса бюджетирования на предприятии..... | 426 |
| <i>Бузов К. В., Ермалинская Н. В.</i> Особенности цифровой трансформации системы образования в Республике Беларусь..... | 429 |
| <i>Гузаревиц А. С., Задорожнюк М. В.</i> Модель межотраслевого баланса в нечеткой постановке..... | 432 |
| <i>Карабач Р. А., Лемеш В. Н.</i> Развитие государственного аудита в Республике Беларусь | 435 |
| <i>Коротких М. И., Савченко Ю. В.</i> Инвестиционный менеджмент: увеличение эффективности и выбор правильных вариантов роста | 438 |
| <i>Лагунина Е. В., Морозова Н. Н.</i> Трансформация банков в контексте развития цифровой экономики Республики Беларусь | 441 |
| <i>Беляева А. С., Рудяк А. В., Ермонина И. В.</i> Проблемы лесного хозяйства Республики Беларусь | 444 |
| <i>Скачеляс Н. О., Астраханцев С. Е.</i> Имидж-агенство: разработка и анализ бизнес-модели стартап-проекта | 446 |
| <i>Скрябинская А. А., Рыбалко Е. И., Селюжицкая Т. В.</i> Анализ динамики производительности труда по видам экономической деятельности в Республике Беларусь | 448 |
| <i>Чешко В. А., Глухова И. В.</i> Зарботная плата как инструмент управления организационным поведением сотрудников | 451 |
| <i>Чигрина А. И., Пелих С. А.</i> Механизм управления объектом коммерческой недвижимости..... | 454 |

| | |
|---|-----|
| <i>Петросянец Т. В.</i> Процесс разработки, содержание, структура и основные положения, рассматриваемые в учетной политике..... | 457 |
| <i>Ботиров Б. Ф., Номозова Н. Ш., Бердиев О. Б.</i> Особенности государственного регулирования национальной экономики в современных условиях..... | 459 |
| <i>Султонов А. О., Кенжабаев О. А.</i> Вопросы применения автоматизированных информационных систем в менеджменте гидроресурсов..... | 463 |
| <i>Кизимбаева А. Б.</i> Имидж и этика государственного служащего Республики Казахстан..... | 466 |
| <i>Кошаева Г. Б., Петросянец Т. В.</i> Причины образования дебиторской задолженности..... | 468 |
| <i>Танатар М. Т., Абдешов Д. Д.</i> Отраслевая экономика и управление..... | 471 |

Секция VII. МАРКЕТИНГ И КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| <i>Богдановская О. А., Карчевская Е. Н.</i> Совершенствование транзитного туризма в Республике Беларусь..... | 474 |
| <i>Грищенко К. А., Андриянчикова М. Н.</i> Использование творческого потенциала персонала как конкурентного преимущества организаций промышленности..... | 477 |
| <i>Зинько И. А., Карчевская Е. Н.</i> Нейминг высшей школы..... | 479 |
| <i>Зорька О. И., Соловьева Л. Л.</i> Состояние и перспективы рынка мороженого в Республике Беларусь..... | 482 |
| <i>Каламан О. Б.</i> Модель стратегического инновационного развития предприятий..... | 485 |
| <i>Kovalchuk Y., Karchevskaya E. N.</i> Directions of development of barrier-free tourism in Gomel region..... | 491 |
| <i>Краўчанка М. А., Карчэўская А. М.</i> Новыя магчымасці фестывальнага турызму ў Рэспубліцы Беларусь..... | 493 |
| <i>Lazareva A. S., Karchevskaya E. N.</i> Children's tourism: analysis of motives of children behavior..... | 496 |
| <i>Равковская А. П., Соловьева Л. Л.</i> Расширение услуг гостиниц за счет внедрения экскурсионной деятельности..... | 499 |
| <i>Рейбрандт М. С., Исайчикова Н. И.</i> Электронный бизнес как инструмент повышения эффективности деятельности предприятия..... | 502 |
| <i>Сменова К. С., Соловьева Л. Л.</i> Состояние и перспективы рынка молочной промышленности Республики Беларусь..... | 505 |
| <i>Смирнова М. В., Исайчикова Н. И.</i> Оптимизация маркетинговых решений..... | 508 |
| <i>Surina A. O., Karchevskaya E. N.</i> Prospettive di evoluzione eventi nel turismo nella Repubblica di Bielorussia..... | 511 |
| <i>Ткаченко Д. Д., Домород А. В.</i> Конкуренция между торговыми марками на рынке молочной продукции Республики Беларусь..... | 513 |
| <i>Чирик А. А., Соловьева Л. Л.</i> Показатели конкурентоспособности машиностроительной продукции и их оценка..... | 516 |
| <i>Shandrak D., Solovjeva L. L.</i> The promotion of sports tourism through the organization of competitions for non-standard cycling track..... | 519 |
| <i>Шах А. В., Лапицкая О. В.</i> Применение эволюционного моделирования в логистическом маркетинге..... | 522 |
| <i>Дубровская А. Н., Лапицкая О. В.</i> Состояние и конкуренция рынка потребительских товаров в Республике Беларусь (на примере молока и молочной продукции)..... | 525 |
| <i>Дубровская А. Н., Лапицкая О. В.</i> Брендинг как направление развития маркетинга в промышленности Республики Беларусь..... | 528 |

| | |
|--|-----|
| <i>Смирнова М. В., Ландова Н. К.</i> Средства коммуникации для привлечения рекламных целей | 530 |
| <i>Белянская Л. В., Чернодубова Э. В.</i> Приоритеты объединения предприятий в рыночных условиях | 533 |
| <i>Сарсенбай Б., Аманчаева К. Р.</i> Планирование в маркетинге | 537 |

**Секция VIII. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

| | |
|---|-----|
| <i>Анелькин А. Н., Велесницкий В. Ф.</i> Web-приложение для автоматизации работы и ведения складского учета кафе | 540 |
| <i>Белявский Ю. В., Белявский Е. В., Токочаков В. И.</i> Математическое моделирование работы когенерационной установки районной больницы | 541 |
| <i>Бойко Д. О., Буров А. А., Шуть В. Н.</i> Исследование использования беспилотных транспортных средств для перевозки пассажиров | 544 |
| <i>Веревкин С. В., Володченко А. О., Торба Т. Ф.</i> Самоконтроль на занятиях по физической культуре с использованием информационных технологий | 547 |
| <i>Волк И. А., Кононов Э. М., Заваленый Д. О., Шуть В. Н.</i> Интеллектуальная система подсчета пассажиропотока общественного городского транспорта | 550 |
| <i>Голод И. А., Мурашко В. С.</i> Проектирование базы данных токарного инструмента на основе каталога Mitsubishi Carbide | 553 |
| <i>Жевняк И. А., Кравченко О. А.</i> Поведение коэффициента сокращения в выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона | 555 |
| <i>Жевняк И. А., Кравченко О. А.</i> Методика повышения скорости и точности вычислений интегралов Меллина–Барнеса путем аппроксимации контура стационарной фазы | 557 |
| <i>Исайкин Д. И., Косинов Г. П.</i> Искусственная жизнь с использованием генетического алгоритма | 558 |
| <i>Качаловская Е. А., Буц М. Ю., Шуть В. Н.</i> Детерминированная модель плана координации по магистрали | 561 |
| <i>Кулакова М. А., Карабчикова Е. А.</i> Определение размеров ступицы, передающей крутящий момент на вал через одношпоночное соединение | 564 |
| <i>Кулакова М. А., Соболев Д. В.</i> Применение современных компьютерных технологий для повышения точности детектирования ферромагнитных включений в потоке кормовой массы в кормоуборочной технике | 567 |
| <i>Ракицкий А. А., Кравченко А. И.</i> Программное обеспечение управления спектрометрическим комплексом на базе монохроматора МДР-6 | 570 |
| <i>Рубанов К. В., Богданова Н. С.</i> Программный комплекс для интеллектуального распознавания и оценки пятен износа поверхностей трения металлических шаров | 572 |
| <i>Соловьев Д. С., Шибeko В. Н.</i> Мобильное приложение для планирования и отслеживания активности | 575 |
| <i>Ярошенко А. К., Шибeko В. Н.</i> Разработка сервиса для работы с Google Maps API | 578 |
| <i>Роднєв Д. В., Волот О. І.</i> Загальна характеристика податкового обліку з позиції автоматизованої обробки інформації | 579 |
| <i>Лисак К. В., Волот В. І.</i> Загрози інформаційної безпеки та шляхи їх реалізації | 581 |
| <i>Синюков А. В., Синюкова Т. В.</i> Разработка эквивалентной реальному объекту модели двигателя постоянного тока в пакете прикладных программ MATLAB | 585 |

**Секция IX. ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

| | |
|---|-----|
| <i>Агзамов Т. Ж., Жабборов Х. Х.</i> Применение критерия устойчивости к установлению априорной оценки решения | 588 |
| <i>Беган В. В., Локтионов А. В.</i> Расчет уравнения движения малых колебаний маятника и закона движения ползуна методом Даламбера–Лагранжа | 591 |
| <i>Гневашев А. А., Бельский А. Т.</i> Исследование покрытий из металлических порошков на пористость | 594 |
| <i>Климович В. А., Концевой И. А.</i> Трехмерные свойства теплового потока на фазовой границе кристаллизации | 597 |
| <i>Петрусевич В. А., Прач С. И.</i> Разработка маршрута волочения стальной проволоки на стане НТ12.6 для металлокорда 3+2x0,35UT | 600 |
| <i>Поляков К. Д., Гавриш В. Ю.</i> Матричный элемент процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ | 604 |
| <i>Руденков В. Ю., Шмелев В. А., Иноземцева Н. В.</i> Анализ современных зубчатых передач в зависимости от профиля зубьев | 607 |
| <i>Рябцев А. С., Селютин А. М.</i> Расчет центра тяжести расплавленного металла при различных положениях емкости | 610 |
| <i>Хорт А. А., Кроль Д. Г.</i> Влияние внешней силы сопротивления на конкуренцию источника и стока импульса при течении несжимаемой вязкой жидкости | 613 |
| <i>Седро П. Д., Евтухова С. М.</i> Колебания механических систем | 616 |

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

М. И. Михайлов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Переориентация промышленности на выпуск широкого ассортимента продукции малыми сериями (партиями), в совокупности с постоянным снижением трудовых ресурсов европейских государств, привела к изменению использованных ранее форм организации производства и применяемого оборудования, т. е. к переходу от автоматизированных систем на основе аналогового управления к системам с числовым программным управлением (ЧПУ) [1]–[11]. Достижения в области микроэлектроники способствовали быстрому развитию этого направления в станкостроении и расширению номенклатуры станков с ЧПУ. Из исследований, выполненных в ФРГ, США, Швейцарии и других странах, известно, что эффективное время обработки на традиционных металлорежущих станках и станках с ЧПУ в случае участия человека (оператора) составляет только 6–10 % годового фонда рабочего времени. Известно также, что в структуре времени обработки деталей на основе традиционных технологий доля основного времени составляет только около 30 %, а оставшаяся часть приходится на вспомогательное и подготовительно-заключительное время [1], [4].

Как известно, эффективность работы автоматизированного производства зависит от организации технологического процесса, т. е. от формирования и реализации потоков деталей и инструментов, а также от степени согласованности их взаимодействия. В свою очередь, потоки инструментов формируются в зависимости от степени интеграции оборудования (СИО) и их можно разделить на инструментообеспечение станков с ЧПУ, гибких производственных модулей (ГПМ) и гибких производственных систем (ГПС) [12]–[15].

Анализ применяемых СИО станков с ЧПУ позволяет выделить их составляющие, которые включают в себя: накопители инструментов, устройства транспортировки его из накопителя в рабочую зону и обратно, устройства ориентации, закрепления и контроля инструмента. Обобщив накопленный опыт по разработке и эксплуатации СИО станков с ЧПУ [2], [9], их можно представить в системном виде.

Для обеспечения эффективности работы таких систем используются различные виды структур СИО:

а) на основе накопителей инструментов на каждом многоцелевом станке, обеспечивая при этом автономность их работы и повышая надежность ГПС, однако растет емкость каждого накопителя и снижается эффективность использования режущего инструмента (рис. 1);

б) на основе накопителей средней емкости (30–60 инструментов) на каждом станке и общего инструментального склада небольшой емкости, обеспечивая повышение эффективности использования режущего инструмента, но снижая надежность работы ГПС (рис. 2);

в) на основе накопителей малой емкости (12–30 инструментов) на каждом станке и общего инструментального склада большой емкости, обеспечивая максимальную эффективность использования режущего инструмента и мобильность ГПС, позволяя использовать ее при производстве большой номенклатуры изделий (рис. 3).

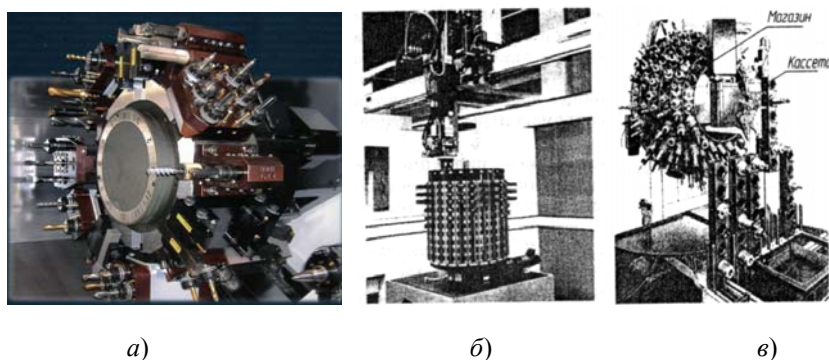


Рис. 1. Системы инструментообеспечения комплексных станков:
 а – дисковый накопитель; б – барабанный накопитель; в – кассетный накопитель

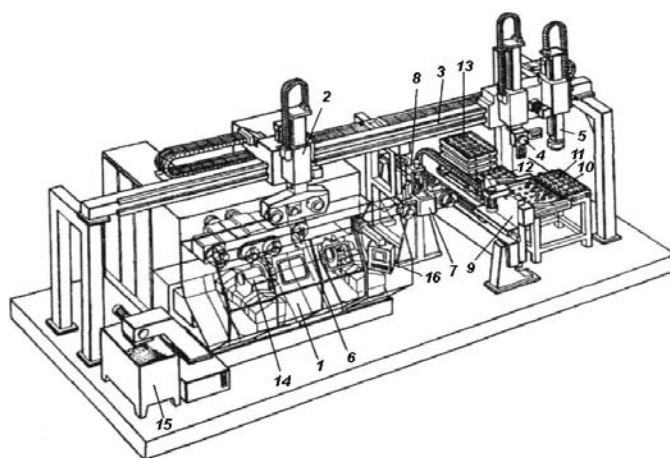


Рис. 2. Система инструментообеспечения гибкого производственного модуля:
 1 – станина; 2 – робот для замены приспособлений; 3 – траверса; 4 – робот для замены деталей-заготовок; 5 – робот для замены инструмента; 6 – устройство диагностики; 7 – кантователь; 8 – лазерное устройство клеймлений; 9 – система замены паллет; 10 – паллета с инструментом; 11, 12 – паллеты с деталями; 13 – паллеты с заготовками; 14 – револьверная головка; 15 – стружкосборник; 16 – пульт управления

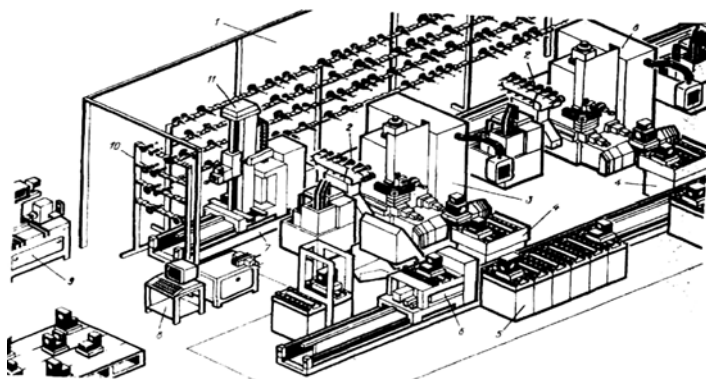


Рис. 3. Инструментообеспечение гибкой производственной системы:
 1 – инструментальный склад; 2 – инструментальные магазины; 3 – многоцелевые станки; 4 – приемные столы; 5 – накопитель паллет; 6 – трансманипулятор; 7 – направляющие; 8 – пульт управления; 9 – устройство диагностики; 10 – приемный стеллаж; 11 – робот

Анализ надежности СИО производился поэтапно [16]–[18].

На первом этапе составлялась структурная схема, при этом допускалось, что система не ремонтируема и не резервируема. Затем рассчитывался риск отказа системы и сравнивался с допускаемым значением. Анализ производился для наиболее часто встречающихся случаев отказа: в виде микроразрушений и износа режущей кромки. При этом было принято, что наработка на отказ в результате износа согласуется с усеченным нормальным законом распределения, а микровыкрашивание – с экспоненциальным [16]. По предварительным экспериментам определялась наработка на отказ каждого элемента T_i и интенсивность отказов λ_i , а также риск при отказе каждого элемента r_i .

Затем рассчитывались: наработка на отказ T_c и риск всей системы $R(t)$:

$$T_c = \frac{\prod_{i=1}^n T_i}{\sum_{i=1}^n T_i}; \quad R(t) = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \lambda_i \frac{(1 - e^{-\lambda_c t})}{\lambda_c}, \quad \lambda_i = \frac{1}{T_i}, \quad \lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (1)$$

Если расчетное значение наработки на отказ и риска меньше допускаемого, производилось резервирование. При этом рассматривалось общее резервирование элементов системы инструментообеспечения, которое может быть реализовано только замещением, либо поэлементное, которое для накопителя и режущего инструмента также реализовывалось замещением, а для режущей части и режущих кромок можно реализовать как с постоянным, так и с резервированием замещением. Тогда вероятность безотказной работы, плотность распределения времени безотказной работы и интенсивность отказов элементов системы с кратностью резервирования m при постоянном резервировании определялось по соотношениям:

$$P_c(t) = 1 - \prod_{i=0}^m (1 - P_i(t)); \quad f_c(t) = \sum_{i=0}^m (1 - P_0(t)) \dots f_i(t) \dots (1 - P_m(t)), \quad \lambda_c(t) = \frac{\sum_{j=0}^m f_j(t) \prod_{i=j}^m Q_i(t)}{1 - \prod_{i=0}^m Q_i(t)}, \quad (2)$$

где $P_c(t)$, $P_i(t)$, $P_0(t)$ – соответственно, вероятность безотказности системы i -го и основного элементов; f_c и f_i – функции распределения системы и элемента; Q_i – функция вероятности отказа.

Для принятых законов распределения были рассчитаны численные значения показателей, которые представлены на рис. 4 при

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi(0,5 + \Phi_0(\frac{m_0}{\sigma_0}))}} e^{-\frac{t-m_0}{2\sigma_0^2}}; \quad P(t) = \frac{0,5 - \Phi_0(\frac{t-m_0}{\sigma_0})}{0,5 + \Phi_0(\frac{m_0}{\sigma_0})}, \quad (3)$$

где $\Phi_0(t)$ – функция Лапласа.

Как видно на рис. 4, а, с увеличением кратности резервирования увеличивается среднее время безотказной работы и уменьшается дисперсия.

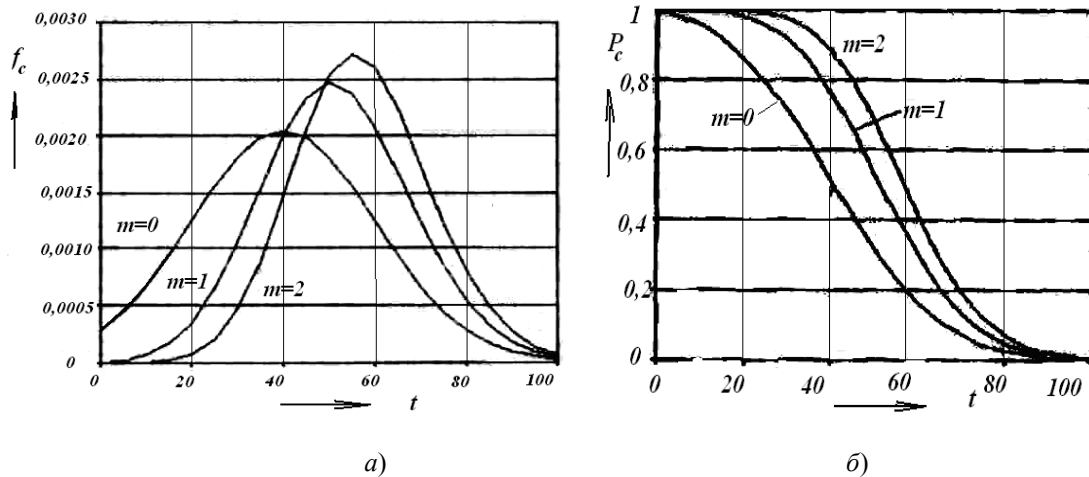


Рис. 4. Графики:
 а – плотности распределения времени до отказа; б – вероятности безотказности работы системы при различной кратности резервирования с усеченным нормальным законом распределения

Анализ рис. 4, б позволяет заключить, что на вероятность безотказности значительное влияние оказывает кратность резервирования, причем этот эффект тем существеннее, чем меньше m . Анализ рис. 5, а позволяет заключить, что большей кратности резервирования соответствует меньшая интенсивность отказов.

Как видно на рис. 5, б, при постоянной интенсивности отказов основной системы интенсивность отказа резервированной системы увеличивается с течением времени, стремясь к постоянной величине, равной интенсивности отказов нерезервированной системы.

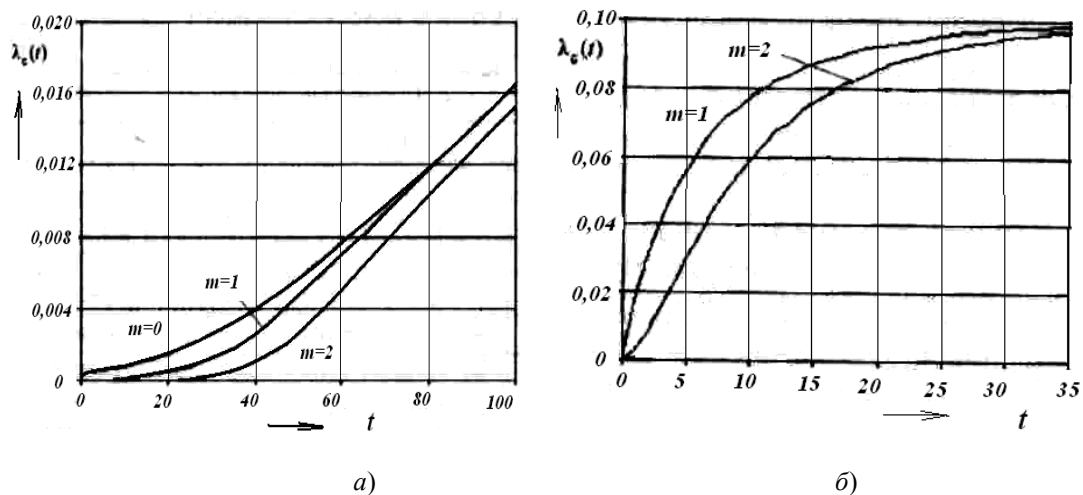


Рис. 5. Графики интенсивности отказа системы при различной кратности резервирования:
 а – с усеченным нормальным законом распределения;
 б – экспоненциальным

Постоянный резерв сложно технически реализовать в системах инструментального обеспечения, поэтому часто используются конструкции с резервированием замещением. В этом случае вероятность безотказной работы, плотность распределения времени до отказа и среднее время безотказной работы системы определяются выражениями:

$$P_c(t) = P_0(t) + \sum_{i=1}^m f_0 \cdot f_i \cdot \dots \cdot f_{i-1} P_i(t); \quad f_c(t) = f_0 f_i \cdot \dots \cdot f_m(t); \quad T_1 = \int_0^{\infty} P_c(t) dt = \sum_{i=0}^m T_{1i}, \quad (4)$$

где $f_0 f_i \cdot \dots \cdot f_m(t)$ – свертки функций.

Литература

1. Теоретические основы проектирования технологических комплексов / А. М. Русецкий [и др.]; под общ. ред. А. М. Русецкого. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 239 с.
2. Лищинский, Л. Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем / Л. Ю. Лищинский. – М. : Машиностроение, 1990. – 312 с.
3. Ящерицын, П. И. Основы проектирования технологических комплексов в машиностроении : монография / П. И. Ящерицын, Л. М. Акулович, М. Л. Хейфиц. – Минск : Технопринт, 2006. – 248 с.
4. Технологические аспекты конверсии машиностроительного производства / А. С. Васильев [и др.]. – Тула : ТулГУ, 2003. – 271 с.
5. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И. Л. Фадюшин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.
6. Каштальян, И. А. Повышение эффективности использования станков с ЧПУ в условиях нестационарного резания / И. А. Каштальян. – Минск : БНТУ, 2008. – 311 с.
7. Monitorowanie ostrza skrawajacego. Metody konwencjonalne i sieci neuronowe / Z. Adamczyk [and other]; unter a rel. J. Kosmola. – Warszawa : WNT, 1996. – 244 s.
8. Byrne, G. Tool Condition Monitoring (NCM) – The status of research and Industrial Application / G. Byrne // CIRP Annals. – 1995. – Vol. 44, № 2. – P. 541–568.
9. Хартли, Дж. ГПС в действии : пер. с англ. / Дж. Хартли. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.
10. Kosmol, J. Automatyzacja obrabiarek i obrobki skrawaniem / J. Kosmol. – Wyd. 2. – Warszawa : WNT, 2000. – 444 s.
11. Козловский, В. А. Эффективность переналаживаемых роботизированных производств / В. А. Козловский. – Л. : Машиностроение, 1985. – 224 с.
12. Митрофанов, В. Г. Живучесть гибких производственных систем / В. Г. Митрофанов, А. С. Старостин // Станки и инструмент. – 1990. – № 12. – С. 9–11.
13. Шведенко, В. Н. Теоретический расчет закона распределения стойкости резцов при точении / В. Н. Шведенко // Вестн. машиностроения. – 1989. – № 10. – С. 49–51.
14. Нодельман, М. О. Идентификация периодичности смены режущего инструмента / М. О. Нодельман // Вестн. машиностроения. – 1989. – № 7. – С. 46–48.
15. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.
16. Схиртладзе, А. Г. Надежность и диагностика технологических систем / А. Г. Схиртладзе, М. С. Уколов, А. В. Скворцов. – М. : Новое знание, 2008. – 518 с.
17. Шимарев, В. Ю. Надежность технических систем / В. Ю. Шимарев. – М. : Академия, 2010. – 304 с.
18. Дианов, В. Н. Диагностика и надежность автоматических систем / В. Н. Дианов. – М. : Изд-во МГИУ, 2005. – 378 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ю. А. Волкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»

Кластерная модель организации функционирования и развития региональной экономики обеспечивает оптимизацию производства и его эффективное территориальное размещение за счет сочетания конкуренции и кооперации в качестве принципиальных форм взаимодействия [2]. Оценка потенциала кластеризации является начальным и в силу этого имеющим исключительную важность этапом реализации программ кластерного развития регионов, что предопределяет актуальность исследования, направленного на разработку соответствующего методического инструментария.

Теоретическим и методическим аспектам прогнозной оценки потенциала формирования кластерных структур посвящен ряд прикладных научных работ. На основании их анализа установлено, что ключевыми признаками кластера являются [1], [3]–[6]: высокий уровень территориальной концентрации участников кластера и наличие достаточного их количества, обеспечивающего максимально полезный эффект от взаимодействия участников кластера; наличие конкурентных преимуществ территории, к которым могут быть отнесены выгодное географическое положение, наличие специализированных ресурсов, необходимой инфраструктуры; высокая инновационная активность участников кластера, ориентация на постоянное совершенствование конкурентных преимуществ; сильные конкурентные позиции; наличие системно развивающихся устойчивых связей конкуренции и кооперации между участниками кластера; наличие крупной организации – лидера, определяющего долговременную хозяйственную, инновационную и иные стратегии всей системы.

Таким образом, определено, что часть выделяемых признаков кластера связана с особенностями взаимодействия его участников и характеристиками их деятельности, информационной базой оценки которых, как правило, выступают данные панельных исследований характера взаимодействия организаций региона. На основании обобщения имеющихся теоретико-методических разработок, экономико-статистического анализа анкетных данных организаций Гомельской области, полученных в 2016 г. в рамках реализации проекта «Поддержка регионального и местного развития в Республике Беларусь» с использованием расчетно-конструктивного метода исследования была разработана авторская методика экспертной оценки потенциала кластерного развития регионального промышленного комплекса.

На первом этапе разработанной методики на основе анализа имеющихся в научной литературе результатов исследований кластерного развития и анализа собранных в ходе анкетирования данных определяются факторы кластерного развития региона, оценка которых может быть получена на основании анализа анкетных данных панельных исследований. Так, на основании собранных в ходе анкетирования промышленных организаций Гомельской области данных были определены четыре основные группы факторов кластерного развития промышленности региона:

I группа факторов – «Характеристики организаций». К ней относятся факторы как положительного (+), так и отрицательного (–) влияния на кластерное развитие промышленности региона: 1.1) значимость близкой географической локализации партнеров (+); 1.2) масштаб деятельности (–); 1.3) участие в иных формах интеграции (–).

II группа факторов – «Характер взаимодействия с конкурентами», к которой относятся факторы положительного влияния на кластерное развитие региона: 2.1) наличие конкурентов; 2.2) простота получения информации о конкурентах; 2.3) наличие регулярного взаимодействия с конкурентами; 2.4) координация действий с конкурентами; 2.5) зависимость деятельности от действий и решений конкурентов.

III группа факторов – «Потенциал сотрудничества», к которой относятся факторы положительного влияния на кластерное развитие региона: 3.1) наличие совместных проектов с другими организациями; 3.2) значимость взаимного согласования действий с контрагентами; 3.3) возможность замены государственного регулирования.

IV группа факторов – «Готовность организаций к совместной деятельности в регионе», к которой относятся факторы положительного влияния на кластерное развитие региона: 4.1) готовность к участию в совместных проектах; 4.2) готовность быть базой кластера; 4.3) готовность вступить в уже созданный кластер.

Второй этап разработанной методики предполагает расчет обобщающих показателей учета индивидуальных экспертных оценок наличия влияния фактора на деятельность анкетизируемых организаций. Обобщающими показателями учета индивидуальных экспертных оценок влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона являются удельные веса организаций, в деятельности которых имеет место действие анализируемого фактора, в общем количестве проанкетированных организаций. Если значения обобщающих показателей учета индивидуальных экспертных оценок факторов превышают 50 %, то оценка влияния по фактору считается положительной, а оценочное значение влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона принимает значение «1». Например, при анкетировании организаций Гомельской области удельный вес организаций по производству изделий из дерева и бумаги, указавших на наличие совместных проектов с другими организациями, составил 50 %. Соответственно, оценочное значение влияния данного фактора на кластерное развитие региона по данному виду экономической деятельности приняло значение «1» (наличие совместных проектов организаций данного вида деятельности является предпосылкой для формирования кластера). Удельный вес организаций по производству продуктов питания, указавших на наличие совместных проектов с другими организациями, составил 36,7 %. Соответственно, оценочное значение влияния фактора – «0» (значение удельного веса организаций, участвующих в совместных проектах, мало, что не позволяет считать данный фактор предпосылкой для формирования кластера).

Третий этап разработанной методики предполагает расчет агрегированных значений показателей экспертной оценки факторов кластерного развития промышленности региона с помощью формул (1)–(5). Так, оценочное агрегированное (по всем промышленным видам экономической деятельности в регионе) значение положительного влияния i -го фактора j -й группы факторов на кластерное развитие промышленности региона (F_i) определяется по формуле (1), %:

$$F_i = \sum_{k=1}^s f_{ijk} \cdot dS_k \cdot 100, \quad (1)$$

где f_{ijk} – оценочное значение влияния на кластерное развитие промышленности региона i -го фактора в j -й группе факторов кластерного развития по k -му виду экономической деятельности (бинарная переменная, принимающая значения: «1» – фактор оказывает положительное влияние на кластерное развитие региона; «0» – фактор не

оказывает положительного влияния на кластерное развитие промышленности региона); dS_k – структурный коэффициент, рассчитывается как нормированное среднее геометрическое значений удельных весов количества организаций k -го вида экономической деятельности в общем количестве промышленных организаций региона, удельного веса объема промышленного производства k -го вида экономической деятельности в общем объеме промышленного производства промышленности региона и удельного веса среднесписочной численности персонала k -го вида экономической деятельности в общей среднесписочной численности персонала по промышленности региона, коэф.; s – количество видов экономической деятельности, представленных организациями, по которым проводится оценка.

Оценочное агрегированное значение положительного влияния j -й группы факторов по k -му виду экономической деятельности на кластерное развитие промышленности региона (F_{jk}) определяется по формуле (2), %:

$$F_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ijk}}{n} \cdot 100, \quad (2)$$

где n – количество факторов в j -й группе факторов.

Оценочное агрегированное значение положительного влияния j -й группы факторов по всем видам экономической деятельности на кластерное развитие промышленности региона (F_j) определяется по формуле (3), %:

$$F_j = \sum_{k=1}^s F_{jk} \cdot dS_k. \quad (3)$$

Оценочное агрегированное значение положительного влияния всех групп факторов по k -му виду экономической деятельности на кластерное развитие промышленности региона (F_k) определяется по формуле (4), %:

$$F_k = \frac{\sum_{j=1}^m F_{jk}}{m}, \quad (4)$$

где m – количество групп факторов.

Оценочное агрегированное значение положительного влияния всех групп факторов по всем видам экономической деятельности, представленным организациями, по которым проводится оценка, на кластерное развитие промышленности региона (F) определяется по формуле (5), %:

$$F = \sum_{k=1}^s (F_k \cdot dS_k). \quad (5)$$

Результаты расчета агрегированных значений показателей экспертной оценки факторов кластерного развития промышленности Гомельской области представлены в таблице. Результаты расчета свидетельствуют о том, что в целом предпосылки для кластерного развития промышленности Гомельской области невелики. Наибольшее

положительное влияние на кластерное развитие Гомельской области оказывает I группа факторов, включающая характеристики организаций; наименьшее – IV группа факторов, характеризующая субъективную готовность организаций к кластерной форме организации совместной деятельности с другими организациями региона.

Результаты расчета агрегированных значений показателей оценки влияния групп факторов на кластерное развитие промышленности Гомельской области

| Наименование вида экономической деятельности | dS_k | F_{jk} по группам факторов, % | | | | $F_k, %$ |
|---|--------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | I | II | III | IV | |
| Горнодобывающая промышленность | 0,036 | 0,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 |
| Производство продуктов питания, напитков, табачных изделий | 0,145 | 33,3 | 100,0 | 33,3 | 33,3 | 50,0 |
| Производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха | 0,066 | 66,7 | 20,0 | 33,3 | 33,3 | 38,3 |
| Производства изделий из дерева и бумаги | 0,114 | 66,7 | 60,0 | 33,3 | 0,0 | 40,0 |
| Производство кокса и продуктов нефтепереработки | 0,036 | 33,3 | 60,0 | 66,7 | 100,0 | 65,0 |
| Производство химических продуктов | 0,055 | 33,3 | 20,0 | 33,3 | 0,0 | 21,7 |
| Производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов | 0,143 | 100,0 | 40,0 | 33,3 | 33,3 | 51,7 |
| Металлургическое производство. Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования | 0,185 | 33,3 | 40,0 | 66,7 | 33,3 | 43,3 |
| Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования | 0,031 | 66,7 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 21,7 |
| Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки | 0,083 | 0,0 | 40,0 | 66,7 | 0,0 | 26,7 |
| Производство транспортных средств и оборудования | 0,008 | 66,7 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 21,7 |
| Производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования | 0,098 | 66,7 | 40,0 | 66,7 | 66,7 | 60,0 |
| Итоговые оценочные значения по группам факторов (F_j) и по всем группам и ВЭД (F), % | | 49,5 | 47,9 | 44,2 | 28,1 | 42,4 |

Примечание. Разработано и оценено автором на основании анализа анкетных данных промышленных организаций Гомельской области.

Четвертым этапом методики является ранжирование факторов кластерного развития региона по категориям:

1 категория – факторы, обладающие высокой значимостью для формирования предпосылок кластерного развития промышленности региона, – значение положительного влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона более 70 %;

2 категория – факторы, обладающие средней значимостью для формирования предпосылок кластерного развития промышленности региона, – значение положительного влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона находится в диапазоне 36–70 %;

3 категория – факторы, обладающие низкой значимостью для формирования предпосылок кластерного развития промышленности региона, – значение положительного влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона находится в диапазоне 5–35 %;

4 категория – факторы, не формирующие предпосылок для кластерного развития промышленности региона, – значение положительного влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона менее 5 %.

Исходя из полученных агрегированных значений показателей экспертной оценки наличия в деятельности организаций региона факторов, способствующих кластерному развитию, данные факторы были проранжированы по степени значимости для формирования предпосылок кластерного развития промышленности анализируемого региона – Гомельской области. Определено, что к факторам, формирующим предпосылки для кластерного развития промышленности Гомельской области, относятся: простота получения информации о конкурентах; высокая значимость взаимного согласования действий с контрагентами; отсутствие других форм интеграции; высокая значимость близкой географической локализации партнеров; наличие в регионе конкурентов; наличие зависимости деятельности от действий и решений конкурентов; наличие совместных проектов с другими организациями; готовность к участию в совместных проектах. Препятствуют кластерному развитию промышленности Гомельской области отсутствие координации действий с конкурентами; субъективная оценка невозможности замены государственного регулирования; отсутствие готовности быть базой кластера или вступить в уже созданный кластер.

Таким образом, в результате проведенного исследования разработана методика экспертной оценки потенциала кластерного развития национального промышленного комплекса, новизна которой состоит, во-первых, в выделении четырех групп факторов, оказывающих влияние на кластерное развитие промышленности региона, во-вторых, в разработке методического инструментария оценки, включающего обобщающие показатели учета индивидуальных экспертных оценок наличия влияния фактора на деятельность анализируемых организаций, критериев оценки наличия положительного влияния фактора на кластерное развитие промышленности региона, расчетных формул агрегированных значений оценки положительного влияния отдельных факторов и групп факторов на кластерное развитие промышленных видов экономической деятельности и промышленности региона в целом. Разработанная методика и результаты ее апробации могут быть использованы собственниками организаций, органами государственного управления для оценки наличия предпосылок возникновения кластерных структур в регионе, оценки влияния различных факторов на данные предпосылки, выявления факторов, препятствующих кластерному развитию, разработки и последующей реализации мероприятий, направленных на стимулирование кластерного развития региона.

Литература

1. Бабкин, А. В. Кластер как субъект экономики: сущность, современное состояние, развитие / А. В. Бабкин, А. О. Новиков // Науч.-техн. ведомости СПбГУ. Экон. науки. – 2016. – № 1 (235). – С. 9–29.
2. Волкова, Ю. А. Оценка перспектив кластерного развития регионов: методика и результаты эмпирического исследования (на примере Республики Беларусь) / Ю. А. Волкова // Экон. анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17, № 1. – С. 30–47.
3. Нехорошева, Л. Н. Концептуальные подходы, методы и инструменты кластерной политики в Республике Беларусь и Польше: сравнительный анализ / Л. Н. Нехорошева, Э. Хостилович // Белорус. экон. журн. – 2015. – № 4. – С. 4–22.
4. Сенько, А. Н. Прогнозирование научно-технического развития регионов Республики Беларусь / А. Н. Сенько // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Д: Экон. и юрид. науки. – 2016. – № 13. – С. 2–9.
5. Kamath, S. Explaining Geographic Cluster Success – The GEMS Model / S. Kamath, J. Agrawal, K. Chase // American Journal of Economics and Sociology. – 2012. – Vol. 71, Iss. 1. – P. 184–214.
6. Schweizog, R. A Simple Location Index Plus Some Maps and no Apologies: Back to Basics on the Development of Links Between Economic Integration and Spatial Concentration of Industries / R. Schweizog, A. Collins // Tijdschrift voor economische en sociale geografie. – 2015. – Vol. 106, Iss. 1. – P. 17–35.

СЕКЦИЯ I МАШИНОСТРОЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

В. В. Артемьев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Введение. Нефтяные масла широко применяют в различных областях техники, вплоть до ракетной, атомной и космической. В настоящее время мировое производство масел превышает 30 млн т/год. Хотя стоимость масел (как и большинства нефтепродуктов) не столь велика, от их качества и правильного применения во многом зависит надежность и долговечность работы различного оборудования, гораздо более дорогого, чем сами масла. Одной из тенденций современного развития техники является максимальное увеличение срока службы смазочных материалов и сокращение затрат на техническое обслуживание. Анализ влияния вязкости рабочей жидкости на характеристики гидрораспределителя является важной и актуальной задачей [1].

Целью работы является изучение влияния вязкости рабочей жидкости на усилия перемещения золотника и ее утечку.

Основная часть. В качестве исследуемого образца выбран распределитель типа РГЕ-6/3 (рис. 1, см. таблицу) [2].

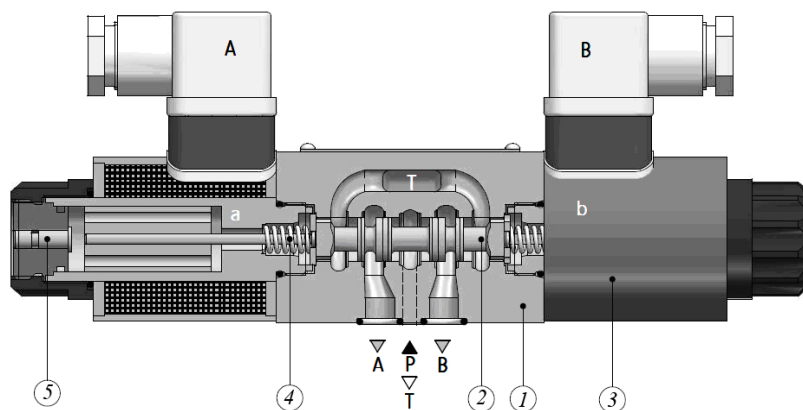


Рис. 1. Общий вид распределителя РГЕ-6/3:
1 – корпус; 2 – золотник; 3 – электромагнит; 4 – пружина;
5 – аварийный толкатель

Характеристики распределителя РГЕ-6/3

| Наименование параметра | Величина параметра |
|--|--------------------|
| Условный проход, мм | 6 |
| Давление на входе, МПа: номинальное | 32 |

Окончание

| Наименование параметра | Величина параметра |
|---|--------------------|
| максимальное | 32 |
| минимальное | 0 |
| Максимально допустимое давление в сливной гидролинии, МПа | 6 |
| Расход рабочей жидкости, л/мин: | |
| номинальный | 16 |
| максимальный | – |

Исследование проводилось для масла И-5А, вязкость которого изменяется от температуры $T = (20-100) ^\circ\text{C}$.

Сила вязкого трения [3]:

$$R = \nu \rho \frac{x}{\delta} h_3,$$

где ν – скорость перемещения золотника, м/с; ρ – плотность жидкости, кг/м³; x – кинематическая вязкость, сСт; h_3 – ход золотника, м.

Утечки в гидрораспределителе определяются [3]:

$$\Delta Q = \frac{\pi P \delta^3 d_3}{12 \nu \rho l},$$

где l – длина зазора, м.

Основное влияние на усилие перемещение золотника и утечку рабочей жидкости, кроме ее вязкости, оказывает зазор между корпусом и золотником [3].

Под действием давления и температуры рабочей жидкости происходит изменение зазора δ , который [3]:

$$\delta = \delta_0 + \frac{d_3}{20} \Delta \alpha \Delta T + \frac{P d_3}{200 E} \left(\frac{d_k^2 + d_3^2}{d_k^2 - d_3^2} + \mu \right),$$

где δ_0 – диаметральный зазор; мкм; d_k , d_3 – диаметры золотника и корпуса (гильзы), м; $\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ – разность коэффициентов линейного расширения материалов сопряженных деталей корпуса и золотника, 1/град; ΔT – разность между температурой материала сопряженных деталей и исходной температурой, град; P – давление в гидрораспределителе, МПа; E – модуль объемной упругости корпуса распределителя, Н/м²; μ – коэффициент Пуассона.

Расчетная схема определения характеристик распределителя РГЕ-6/3 представлена на рис. 2.

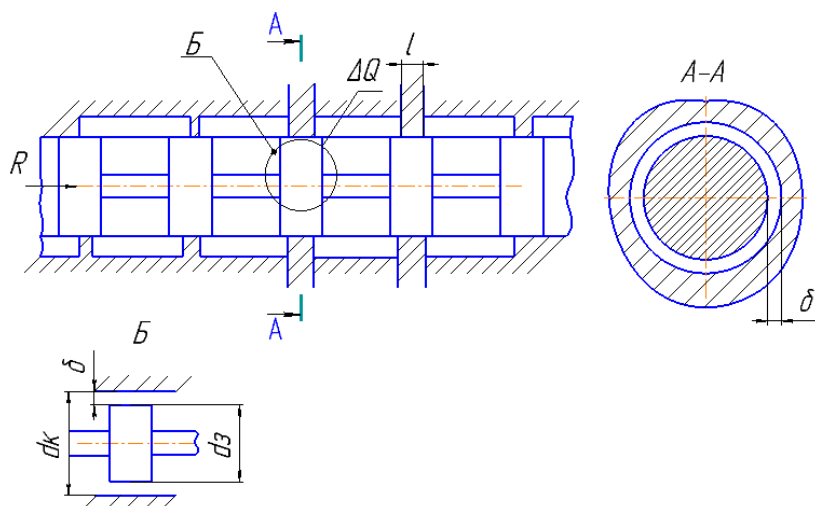


Рис. 2. Расчетная схема определения характеристик распределителя РГЕ-6/3

В результате расчетов получили графики зависимости, приведенные на рис. 3.

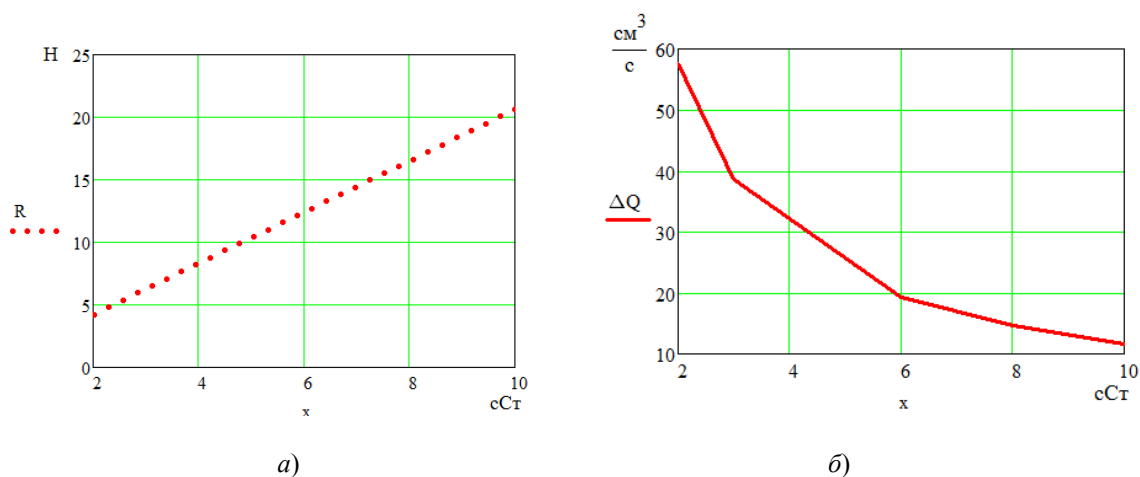


Рис. 3. Графики зависимости:
 а – силы вязкого трения от кинематической вязкости;
 б – утечек от кинематической вязкости

Закключение. В результате исследования величины влияния изменения кинематической вязкости рабочей жидкости на усилие перемещения золотника и утечку установлено, что с увеличением вязкости увеличивается и сила вязкого трения с 4,1 до 20,6 Н, а утечки наоборот уменьшаются с 57,7 до 11,7 см³/с. Оптимальным значением кинематической вязкости для работы распределителя является промежуток от 6 до 8 сСт, так как при этих условиях обеспечивается минимальная сила перемещения золотника при минимальной утечки жидкости.

Литература

1. Черножуков, Н. И. Технология переработки нефти и газа / Н. И. Черножуков ; под ред. А. А. Гуреева и Б. И. Бондаренко. – 6-е изд., пер. и доп. – М. : Химия, 1978. – Ч. 3. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. – 424 с. : ил.

2. Каталог продукции ОАО «Салео-Гомель». – Гомель : ФилТВ, 2017.
3. Данилов, Ю. А. Аппаратура объемных гидроприводов. Рабочие процессы и характеристики / Ю. А. Данилов, Ю. Л. Кирилловский, Ю. Г. Колпаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с. : ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФРЕЗЫ ТОРЦОВОЙ СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Е. В. Ашомко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. В. Петришин

Повышение качества выпускаемой продукции машиностроительного производства при интенсификации производственных процессов на современном этапе может быть достигнуто только на основе системного подхода к комплексным исследованиям процесса механообработки, режущего инструмента и металлорежущего оборудования. Из фундаментальных трудов по теории резания известно, что для осуществления процесса размерного формообразования инструмент должен обладать рядом свойств, таких, как высокая твердость, теплостойкость, износостойкость, теплопроводность и др.

Основным критерием для определения целесообразности применения твердосплавных сменных многогранных пластин (СМП) является их стойкость при обработке и цена. С целью оценки работоспособности СМП была поставлена задача исследования напряженно-деформированного состояния конструкции торцевой фрезы со сменными твердосплавными пластинами (рис. 1).

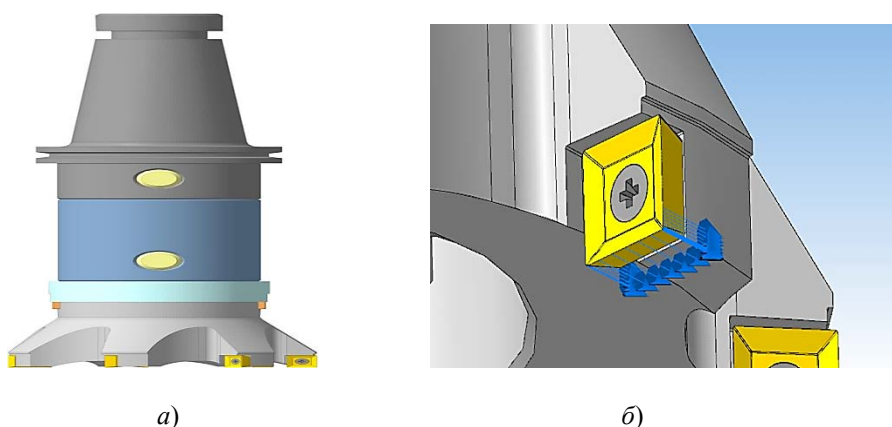


Рис. 1. 3D-модель торцевой фрезы F90SD D125-40-CP12 (а) и схема воздействия силы P_z на режущую пластину (б)

Сравнительные исследования проводились применительно к условиям фрезерования корпусных деталей из серого чугуна инструментом, оснащенным следующими СМП: PRAMET (Чехия) SDMT 120508 PR-R (Grade 8230); WALTER-Engineering Kompetenz (Германия) SDGT 1204 PDR-057 (WKP35S); DIJET INDUSTRIAL (Япония) SDMT 1204 PDER (JS 5040).

Исследования выполнялись с использованием АРМ FEM – системы прочностного анализа, предназначенной для работы в интерфейсе российской САД-системы КОМПАС 3D V16. Для торцевой фрезы, находящейся в состоянии закрепления и приложения нагрузок, сгенерирована расчетная сетка для выполнения вычислений методом конечных элементов, т. е. конструкция сборной фрезы разбита на сетку, состоящую из множества элементов, на границах которых будет происходить решение (рис. 2). Данный метод очень широко используется во всех областях механики благодаря высокой точности и скорости получаемых результатов.

| Наименование | Значение |
|--|----------|
| Максимальная длина стороны элемента, мм | 5 |
| Максимальный коэффициент сгущения на поверхности | 1 |
| Коэффициент разрежения в объеме | 1.5 |
| Количество конечных элементов | 97535 |
| Количество узлов | 23301 |

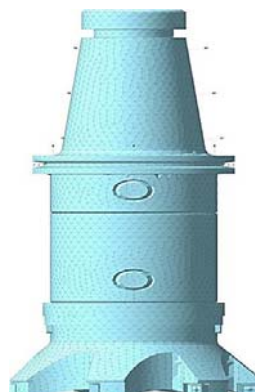


Рис. 2. Сетка конечных элементов 3D-модели торцевой фрезы

В табл. 1–3 и на рис. 3–5 представлены результаты анализа напряженно-деформированного состояния торцевой фрезы, оснащенной СМП WALTER (Германия). Аналогичные расчеты выполнены также для фрез, оснащенных пластинами других производителей.

Таблица 1

Эквивалентное напряжение по Мизесу

| Наименование | Тип | Минимальное значение | Максимальное значение |
|------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| Эквивалентное напряжение по Мизесу | SVM, МПа | 0,000074 | 50,50079 |

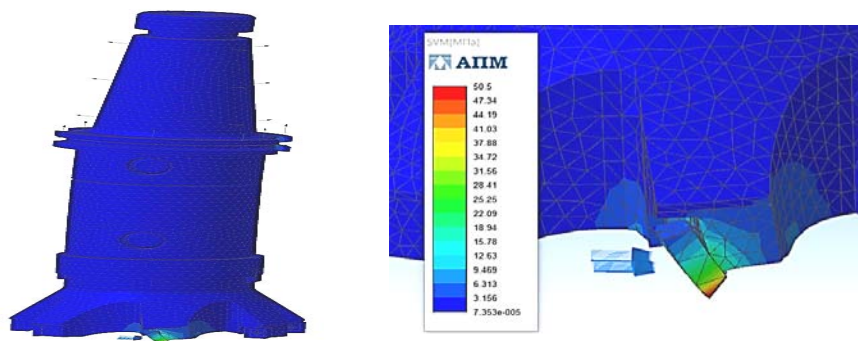


Рис. 3. Расчетная модель распределения суммарного напряжения

Таблица 2

Суммарное линейное перемещение

| Наименование | Тип | Минимальное значение | Максимальное значение |
|--------------------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| Суммарное линейное перемещение | USUM, мм | 0,000001 | 0,012707 |

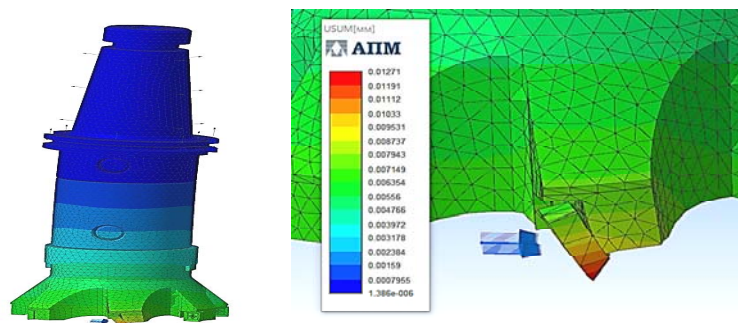


Рис. 4. Расчетная модель распределения линейных перемещений

Таблица 3

Коэффициент запаса по прочности

| Наименование | Тип | Минимальное значение | Максимальное значение |
|---------------------------------|-----|----------------------|-----------------------|
| Коэффициент запаса по прочности | — | 11,506006 | 1000 |

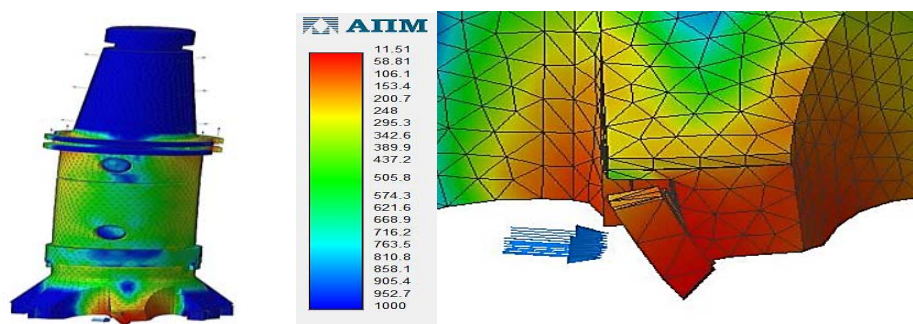


Рис. 5. Расчетная модель распределения коэффициента запаса по прочности



Рис. 6. Результаты исследования в CAD-системе КОМПАС-3D V16

В результате анализа напряженно-деформированного состояния получены расчетные модели, характеризующие распределение внутренних напряжений, контактных деформаций и перемещений. Установлено местоположение границ действия максимальных эквивалентных напряжений в режущей пластине, где возможно появление трещин, приводящих к разрушению твердого сплава. Это позволит прогнозировать причины отказов сборных торцовых фрез.

На рис. 6 представлены сравнительные характеристики исследуемых СМП. При близких значениях характеристик представленных пластин можно отметить следующее. Пластины DIJET (Япония) обеспечивают наименьшее линейное перемещение и имеют наибольший коэффициент запаса прочности.

Окончательное решение о перспективах оснащения торцовых фрез сменными многогранными пластинами будет приниматься после проведения статистических исследований работоспособности инструмента в производственных условиях.

Литература

1. General catalogue WALTER-Engineering Kompetenz, 2017.

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВБЛИЗИ СТЕНКИ СКВАЖИНЫ НА ПРИМЕРЕ СКАЖИНЫ РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Р. Е. Гутман

РУП «ПО «Белоруснефть», БелНИПИнефть

Научный руководитель В. М. Ткачев

Направление распространения главных напряжений является одним из основных параметров при геомеханическом моделировании. Этот параметр существенно влияет на устойчивость ствола скважины, ориентацию распространения трещин в пласте, в том числе на направление движения флюидов при разработке (рис. 1).

В зависимости от направления вектора главного горизонтального напряжения генерируется система трещин – перпендикулярная или параллельная горизонтальной секции ствола скважины (рис. 1) [1].

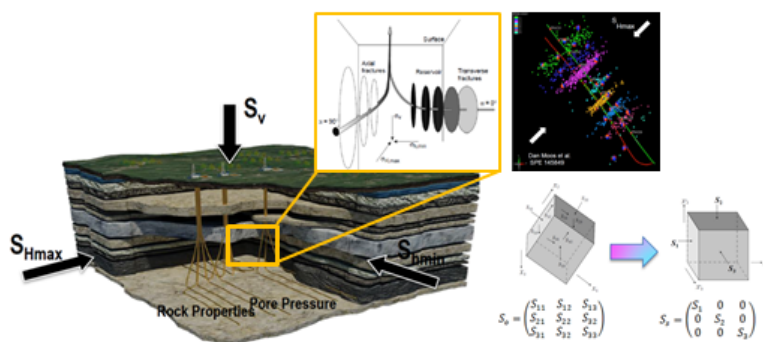


Рис. 1. Направление действия главных напряжений в горных породах

Для оценки текущих направлений действия главных напряжений существуют различные методики (микросейсмический мониторинг ГРП, кросс-дипольный акустический каротаж, микромаджер, многорычажный каверномер, анализ сейсмических данных, исследования на ориентированном керне) [1]. В рамках программы

по изучению и освоению нетрадиционных коллекторов 1–3 пачки межсолевого комплекса Речицкого месторождения была проведена оценка устойчивости ствола с помощью алгоритма Кирша на примере скважины 402п Речицкого месторождения. Результаты, полученные в ходе моделирования по методу Кирша, сравнивались с результатами акустического телевизора и многорычажного каверномера.

Принцип оценки состояния ствола скважины с помощью акустического телевизора основан на определении разницы амплитуд акустического сигнала, излучаемого прибором, и регистрируемого сигнала, отраженного от стенки скважины. Диаграмма развертки раскрашена в зависимости от отражающей способности от «белого» цвета при полном отражении акустического сигнала с сохранением его амплитуды (плотное состояние поверхности) до «черного» при полном поглощении сигнала с потерей амплитуды (рыхлая, разрушающаяся поверхность, наличие микрокаверн, выпоты нефти) (рис. 2).

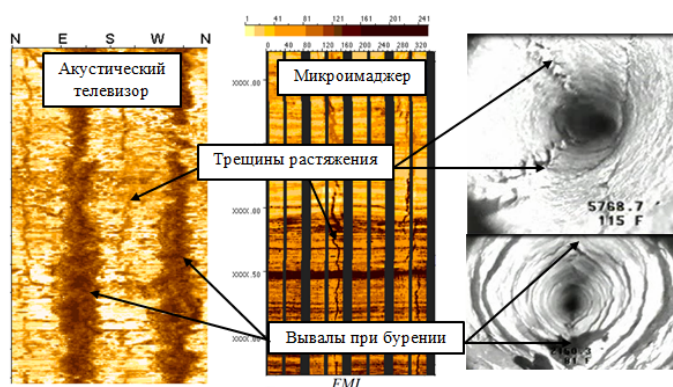


Рис. 2. Примеры вывалов и трещин растяжения в теле скважины, возникающих в процессе бурения

В скважине 402п в ходе проведения исследований были выявлены интервалы, подвергшиеся значительным нарушениям. По результатам геофизических исследований в скважине 402п отчетливо можно выделить интервал 2304–2310 м (MD) в котором образовался вывал, с четко просматриваемым направлением по акустическому телевизору и многоосному каверномеру (рис. 3).

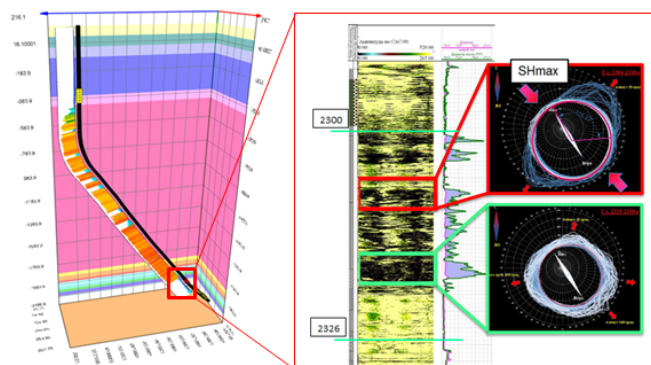


Рис. 3. Результаты оценки состояния ствола скважины с помощью акустического телевизора и многоосного каверномера по скважине 402п Речицкого месторождения

Образование нарушений, таких как вывалы, осыпание или разрушение стенки скважины, можно объяснить перераспределением и концентрацией соответствующих окружных, осевых и радиальных напряжений возле стенки скважины относительно главных напряжений. В том месте, где напряжения превышают прочность пород, происходит разрушение. Математически этот процесс можно описать с помощью уравнений Кирша [2], [3].

В вертикальных скважинах зоны повышенных концентраций напряжений соответствуют латеральным направлениям стрессов. В наклонных скважинах для конкретной точки на стенке скважины S_v , S_{Hmax} и S_{Hmin} уже не будут являться главными напряжениями. В этом случае главными будут являться 2 напряжения, лежащие в тангенциальной плоскости стенки скважины, и радиальное напряжение, направленное перпендикулярно тангенциальной плоскости. Поэтому этот факт необходимо учитывать при оценке магнитуд S_v , S_{Hmin} и особенно важно при оценке S_{Hmax} (рис. 4).

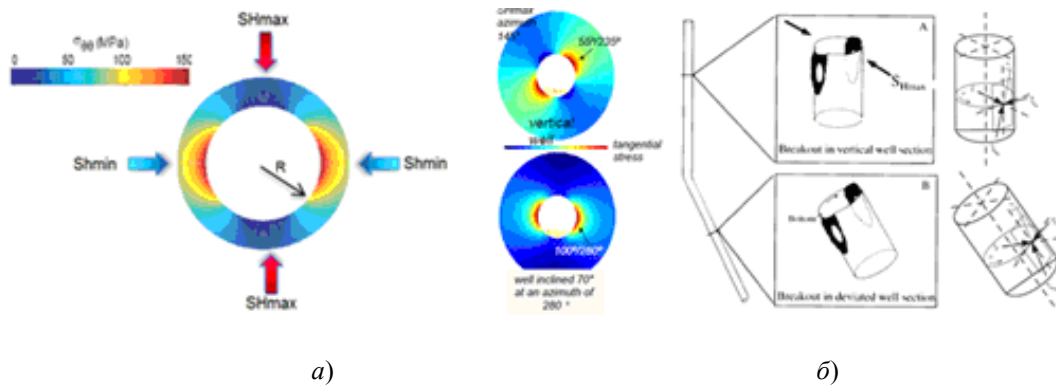


Рис. 4. Распределение напряжений вблизи стенки: а – вертикальной скважины; б – наклонной скважины

Для оценки влияния направления главных векторов тензора напряжений, а также инклинометрии скважины в системе MathCAD реализован метод Кирша с учетом поворота тензора. Входные данные об упругопрочностных свойствах горных пород были взяты из 1D геомеханической модели механических свойств (рис. 5).

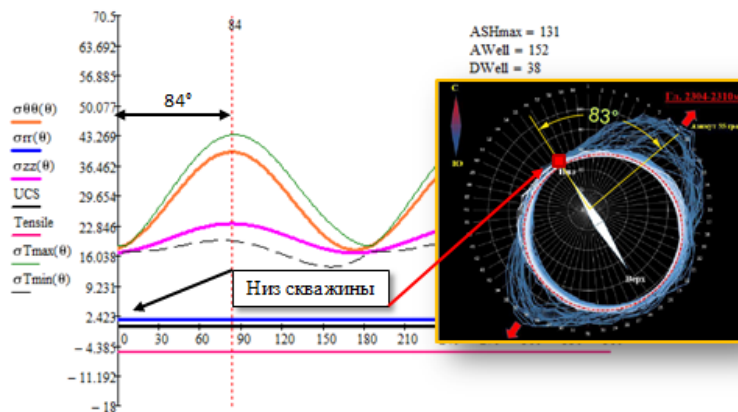


Рис. 5. Сравнение направлений вывалов, определенных в скважине с результатами моделирования по методике Кирша

Как можно увидеть из рис. 5, аналитические расчеты весьма хорошо согласуются со скважинными исследованиями. Отсюда можно сделать вывод о том, что применяя данную методику, можно проводить анализ направлений векторов главных напряжений, которые могут быть направлены произвольно в пространстве, в скважинах, имеющих произвольную инклинометрию. Таким образом, данную методику можно применять для оценки направлений и магнитуды действия векторов главных напряжений в пласте.

Л и т е р а т у р а

1. Zoback, M. D. Reservoir Geomechanics / M. D. Zoback. – UK, Cambridge : Cambridge University Press, 2007. – 505 p.
2. Petroleum Related Rock Mechanics / E. Fjær [at al.]. – second ed. – Elsevier, Amsterdam, 2008.
3. Kirsch, G. Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre / G. Kirsch // Zeitschrift des Verlines Deutscher Ingenieure. – 1998. – P. 707.

ПРИЗНАКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСОВ

Д. Д. Дасько

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Лопастные насосы являются весьма долговечными машинами и при нормальных условиях эксплуатации могут работать более 20–30 лет. Однако в практике нередко встречаются случаи, когда насос изнашивается значительно быстрее, и через каждые 1–2 года приходится производить его капитальный ремонт. Такой износ может вызываться кавитацией.

Целью данной работы является исследование основных признаков возникновения кавитации при эксплуатации насосов.

Основные задачи исследования: рассмотреть процесс кавитации и определить основные причины ее возникновения, выявить основные признаки возникновения кавитации при эксплуатации насосов и исследовать способы их обнаружения.

Кавитация – это нарушение сплошности потока жидкости, выражающееся в образовании в ней пузырьков или полостей (каверн), заполненных паром или газом.

Кавитация возникает при понижении давления в жидкости, что вызывает ее вскипание и выделение из нее растворенного газа. В потоке жидкости такое падение давления происходит обычно в области повышенных скоростей [1].

При эксплуатации насосов возникновение кавитации возможно по следующим причинам:

- 1) завышенная высота всасывания, т. е. насос установлен на большом удалении от воды;
- 2) низкое атмосферное давление на поверхности воды;
- 3) высокая температура перекачиваемой жидкости;
- 4) большие сопротивления во всасывающей трубе из-за неверно подобранного ее диаметра или из-за большой длины и местных сопротивлений;
- 5) негерметичность всасывающей линии.

О наличии кавитации можно узнать по ярко выраженным внешним признакам: шум в виде потрескивания и вибраций. Уровень шума зависит от размеров насоса и может составлять 90–100 дБ и более. Наихудший вид шума – аэродинамический. Он возникает не только при звуковом течении газа, но и при более низкой скорости,

но и на большом массовом расходе. Звуковые и сверхзвуковые потоки создают шум до 140–150 дБ – это шум реактивного авиационного двигателя и болевой порог человеческого уха [2].

Если процесс кавитации развивается, то характерное потрескивание сменяется на глухо звучащие удары. Вибрацию в этом случае можно наблюдать визуально, она ощущается как в трубопроводе, так и фундаменте.

При весьма небольшой величине кавитации шум можно различить путем выслушивания при помощи специального стетоскопа (рис. 1) [2].



Рис. 1. Стетоскоп

Прибор является средством субъективной диагностики и применяется для точного, обнаружения и локализации точек нарушений в работе узлов и механизмов способом акустического сопоставления. Звуковые колебания передаются через щуп на мембрану устройства, что позволяет устанавливать источник шумов, находящийся в труднодоступном месте [3].

При развитии кавитации меняются показатели работы насосного оборудования. К основным показателям, характеризующим работу насоса, относятся подача (производительность) Q , напор (или давление) $H(P)$ мощность N , коэффициент полезного действия и высота всасывания h .

В частности, снижается подача и напор, а также потребляемая мощность. В ряде ситуаций подача насосного устройства срывается.

Также можем наблюдать на гребных винтах, подводных крыльях, рабочих органах насосов и других повреждение их составных частей (рис. 2). Такое разрушение вызывает кавитационная эрозия металлов. Кавитационной эрозией называется процесс кавитационного разрушения поверхностей твердых тел, находящихся в области кавитации жидкости.



Рис. 2. Пример кавитационного повреждения рабочего колеса

Уровень кавитации измеряют (как правило в относительных единицах) с помощью приборов, называемых кавитометрами (рис. 3). Кавитометр предназначен для измерения и контроля активности кавитации в мощных ультразвуковых полях и гидродинамических кавитаторах. Прибор может использоваться для оптимизации ультразвуковых технологических процессов, определения наличия и интенсивности кавитации в гидравлических системах, измерения порогов кавитации [4].

Кавитометры бывают переносные и ультразвуковые (OPCAV, SDT340, SDT270, SDT200) [5].

В Беларуси выпускают портативный кавитометр ICA-4D (рис. 4).



Рис. 3. Кавитометр



Рис. 4. Кавитометр ICA-4D

Исключить или значительно уменьшить кавитацию в насосах можно следующими способами [6]:

- 1) повышение давления во всасывающей трубке (опустить насос, или увеличить давление в приемном резервуаре);
- 2) увеличение диаметра всасывающего трубопровода;
- 3) уменьшение длины всасывающего трубопровода. Позволяет повысить всасывающую способность насосов за счет снижения путевых потерь гидростолба. Протяженность всасывающего трубопровода зависит от места и способа крепления насоса к двигателю внутреннего сгорания и месторасположения гидробака;
- 4) снижение местных сопротивлений. Также способствует повышению всасывающей способности насосов, причем существенно больше, чем уменьшение длины трубопровода. Это подтверждается данными наших экспериментальных исследований. Во всасывающей гидростолбе не должно быть обратных клапанов, фильтров, изгибов под прямым углом, ответвлений и других местных сопротивлений.

Таким образом, кавитация – это процесс негативный, она значительно снижает эффективность работы насосного оборудования, вызывает посторонний шум, вибрацию и быстрый износ рабочего колеса и насоса в целом. Первичные признаки возникновения кавитации можно наблюдать визуально (эрозия и вибрация) или услышать (шум) при большой величине кавитации. Причем раннее обнаружение кавитационных эффектов позволяет сохранить работоспособное оборудование, продлить срок его эксплуатации, принять меры для предотвращения дальнейшего разрушения. При весьма небольшой величине кавитации можно определить ее с помощью специальных приборов достаточно недорогих, что в результате приведет к экономии материальных средств за счет уменьшения затрат на ремонт оборудования.

Литература

1. ЭУМК дисциплины «Лопастные машины и передачи» для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин». – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/1527>.
2. Большая энциклопедия нефти и газа. – Режим доступа: <http://bsrgroup.ru/chto-delat-pri-shume-v-ushah/shum-v-ushah-pri-kavitacii>.
3. Каталог продукции компании «Jonnesway». – Режим доступа: <https://www.jonnesway.ru/product/4592/stetoskop-dlya-obnaruzheniya-defektov-v-mehanike/>.
4. Каталог продукции компании «Cavitation». – Режим доступа: <https://cavitation.bsuir.by/kavitometr>.
5. Каталог продукции компании «Direct INDUSTRY». – Режим доступа: <http://www.directindustry.com.ru/proizvoditel-promyshlennyj/kavitometr-225738.html>.
6. Кавитация в насосах и меры борьбы с ней. Кавитация: эффект, процедура, плюсы и минусы кавитации. – Режим доступа: <https://mirhat.ru/gardening/cavitation-in-pumps-and-measures-to-combat-it-cavitation-effect-procedure-pluses-and-minuses-of-cavitation>.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

С. И. Евтушков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Анализ конструкций балок управляемых мостов различных тракторов, мобильных энергосредств и зерноуборочных комбайнов показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямоугольного сечения. Объектом исследования является балка управляемого моста КЗС-1218. Комбайн предназначен для прямой и раздельной уборки зерновых колосовых культур, а с применением комплектов оборудования или специальных приспособлений, поставляемых по отдельному заказу, – для уборки подсолнечника, кукурузы на зерно, зернобобовых и крупяных культур, семенников трав и рапса на равнинных полях с уклоном до 8° .

Мост управляемых колес комбайна КЗС-1218 (рис. 1) состоит из балки моста 3 с установленными на ней поворотными кулаками 5, ступицами колес 2, бездисковыми колесами 1 и 6, рулевой тяги 8 и двух гидроцилиндров 7 и 9. Поворот колес моста осуществляется гидроцилиндрами. Поперечная рулевая тяга служит для синхронизации поворота колес.

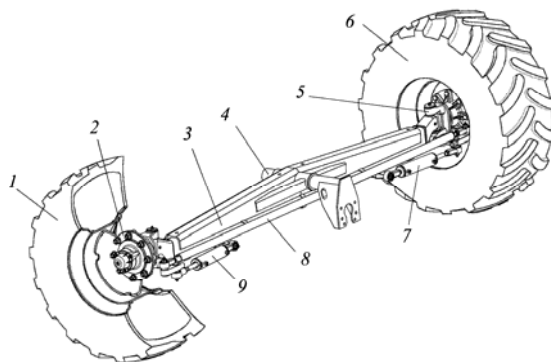


Рис. 1. Мост управляемых колес:

1, 6 – колеса; 2 – ступица колеса; 3 – балка моста; 4 – ось;
5 – поворотный кулак; 7, 9 – гидроцилиндры; 8 – рулевая тяга

Балка моста управляемых колес комбайна КЗС-1218 выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка переменного поперечного сечения.

Целью анализа нагруженности является определение нормальных напряжений в опасном сечении балки в условиях динамического нагружения при движении по пересеченной местности.

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действует распределенная нагрузка интенсивностью q и F_1 , которая соответствует весу G комбайна, приходящемуся на одно колесо. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления – перекачиванию $F_2 = fF_1$ с коэффициентом сопротивления качению $f = 0,18$ (для пахоты). Расчетную схему можно представить в виде консольной балки (рис. 2).

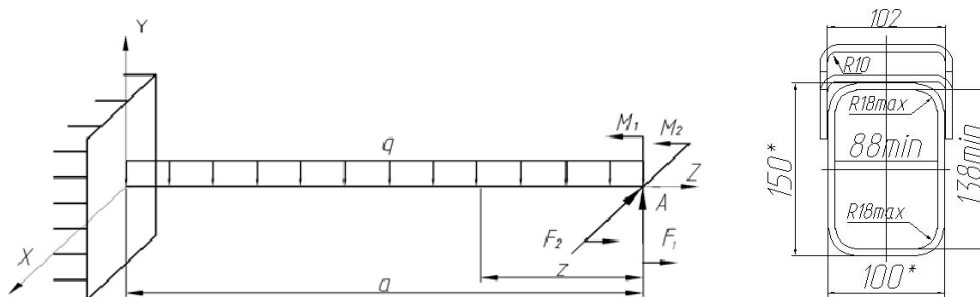


Рис. 2. Расчетная схема балки и поперечное сечение на участке a

Изгибающие моменты M_X и M_Y относительно главных центральных осей X и Y могут быть вычислены в любом поперечном сечении балки, но наиболее опасным является сечение около жесткой заделки, в котором эти моменты достигают своих наибольших значений.

Уравнения моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях записываются в виде

$$M_X(z) = M_1 + F_1 z - q \frac{z^2}{2}; \quad (1)$$

$$M_Y(z) = M_2 + F_2 z, \quad (2)$$

где M_1 , M_2 – изгибающие моменты от сил F_1 и F_2 , действующие на кронштейн поворотного кулака и приведенные в точку A .

Расчеты проводятся для случая статического нагружения, а также при движении комбайна с разными коэффициентами динамичности, определяемыми по формуле

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{ст}}}, \quad (3)$$

где H – глубина препятствия, м; $\delta_{ст}$ – статическое перемещение точки удара (точка A), м.

Для определения коэффициента динамичности находится перемещение точки A в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью интеграла Мора:

$$\delta_{X,Y} = \int \frac{M_F(z)\overline{M}(z)dz}{EI(z)}, \quad (4)$$

где E – модуль продольной упругости первого рода, Па; $I(z)$ – осевой момент инерции, м^4 .

Полное перемещение определяется формулой

$$\delta_{\text{ст}} = \sqrt{\delta_X^2 + \delta_Y^2}. \quad (5)$$

Исходные данные для расчета: $G = 24,3$ кН – вес, приходящийся на колесо управляемого моста; $a = 765$ мм – расстояние от места крепления поворотного кулака до центра моста (опорного шарнира):

$$\sigma_{\text{max}} = \left(\frac{M_X(z)Y_{\text{max}}(z)}{I_X(z)} \right) + \left(\frac{M_Y(z)X_{\text{max}}(z)}{I_Y(z)} \right), \quad (6)$$

где $X_{\text{max}}(z)$, $Y_{\text{max}}(z)$ – наиболее удаленные от центральных осей точки сечения.

Моменты инерции на участке a изменяются и в сечении заделки принимают максимальные значения $I_X = 2661 \text{ см}^4$; $I_Y = 1033 \text{ см}^4$.

Статические напряжения, возникающие в балке моста, составляют 127,4 МПа в области растяжения и 149,6 МПа – в области сжатия и не превышают допускаемого напряжения 160 МПа, которое принималось в виде условной величины для стали обычного качества. При изменении коэффициента динамичности от минимального значения 2 до 10 величины динамических напряжений будут увеличиваться.

На рис. 3 представлено изменение напряжений в опасном сечении балки в зависимости от ее длины z .

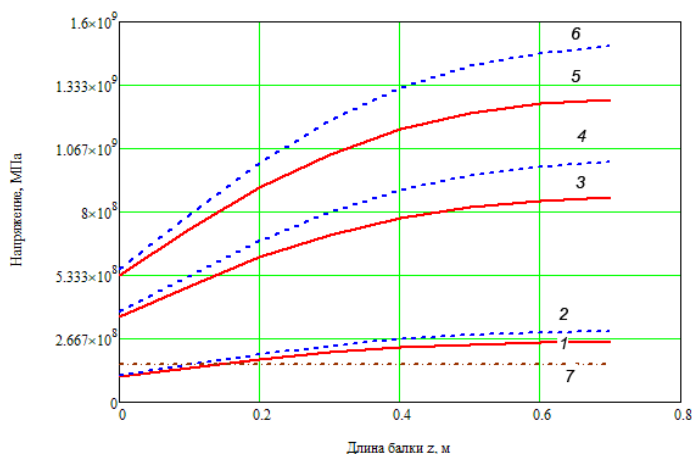


Рис. 3. График изменения динамических напряжений по длине балки:

- 1 – напряжение растяжения при $H = 0$; 2 – напряжение сжатия при $H = 0$;
 3 – напряжение растяжения при $H = 0,02$ м; 4 – напряжение сжатия при $H = 0,02$ м;
 5 – напряжение растяжения при $H = 0,05$ м; 6 – напряжение сжатия при $H = 0,05$ м;
 7 – допускаемое напряжение

При внезапном приложении нагрузки ($H = 0$; $k_d = 2$) напряжения составляют 254,8 МПа в области растяжения и 299,3 МПа – в области сжатия, при глубине препятствия 5 см ($k_d = 10$) напряжения сжатия составляет 1496 МПа, а растяжения – 1274 МПа, что может негативно сказаться на прочности конструкции самой балки.

Литература

1. Дарков, А. В. Соппротивление материалов : учеб. для втузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высш. шк., 1989.
2. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе GS12» инструкция по эксплуатации. – ПО «Гомсельмаш», 2009.
3. Шельманова, Е. П. Анализ нагруженности балки управляемого моста универсального энергосредства УЭС-2-250А / Е. П. Шельманова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2010. – С. 72–76.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНТАКТОВ С НЕЭВОЛЬВЕНТНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ В СРЕДЕ ANSYS

А. Г. Климовецкий

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. И. Михайлов

Эпициклоидальное зацепление обладает большим КПД, чем традиционное эвольвентное, и при этом позволяет достигать в 7 раз большего передаточного отношения в одной ступени. Удельная масса планетарно-цевочных редукторов (ПЦР) с эпициклоидальным (ЭЦ) зацеплением меньше аналогичного показателя эвольвентных планетарных редукторов в 2–7 раз, что позволяет либо уменьшать габариты редуктора при одинаковой нагрузочной способности, или увеличивать нагрузочную способность при тех же габаритах. ПЦР обладают высокими КПД (до 0,95) [1], нагрузочной способностью, высокой адаптацией к условиям решения специальных задач; обеспечивают большие передаточные отношения в одной ступени (до 191), плавность хода, отсутствие вибраций и высокую точность при значительном передаваемом моменте. Такие параметры обеспечили этим редукторам высокую применимость в машиностроительных отраслях развитых стран мира.

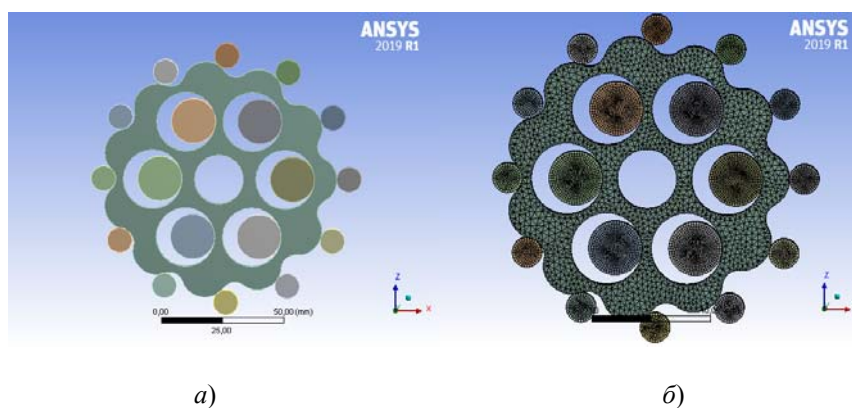


Рис. 1. Расчетная модель (а); сетка конечных элементов (б)

Исследовано влияние крутящего момента на напряженно-деформированные состояния. Была составлена расчетная модель планетарно-цевочного редуктора (рис. 1, а). Задано три различных значения крутящего момента, приложенных к внутреннему отверстию сепаратора. Схема разбита на сетку конечных элементов (рис. 1, б). Цевки и пальцы жестко закреплены консольно, а с сепаратором имеют фрикционный контакт с коэффициентом 0,16.

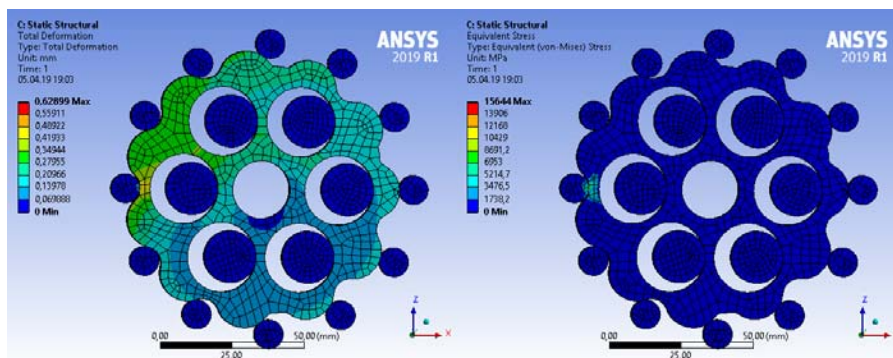


Рис. 2. Картина эквивалентных перемещений и напряжений при $1 \cdot 10^6$ Нм

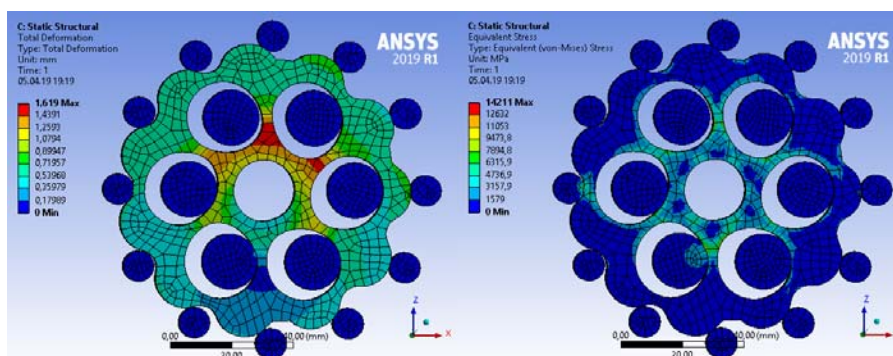


Рис. 3. Картина эквивалентных перемещений и напряжений при $1 \cdot 10^7$ Нм

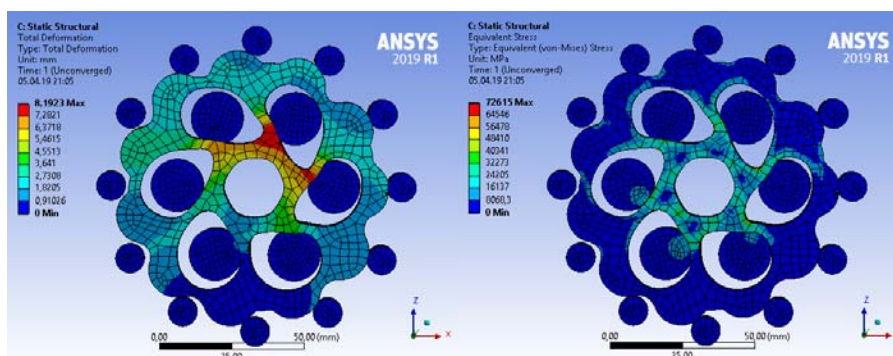


Рис. 4. Картина эквивалентных перемещений и напряжений при $1 \cdot 10^8$ Нм

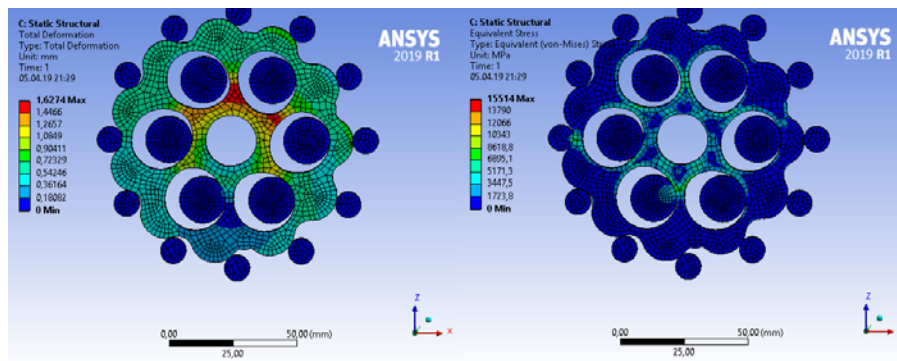


Рис. 5. Картина эквивалентных перемещений и напряжений при $1 \cdot 10^7$ Нмм с величиной сетки 2 мм

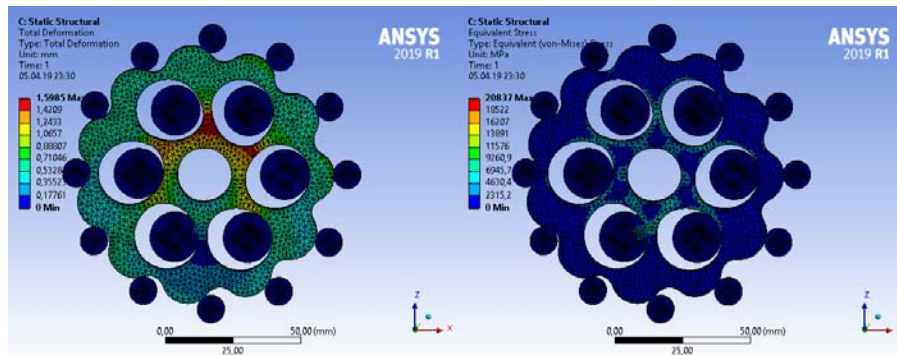


Рис. 6. Картина эквивалентных перемещений и напряжений при $1 \cdot 10^7$ Нмм с величиной сетки 1 мм

Таким образом, сделаем следующий вывод: полученные результаты позволяют заключить, что максимальное значение эквивалентных перемещений при $1 \cdot 10^7$ Нмм увеличилось в 2,57 раза, а максимальное значение эквивалентных напряжений уменьшилось в 1,1 раза в сравнении с аналогичными значениями при $1 \cdot 10^6$ Нмм. Максимальное значение эквивалентных перемещений при $1 \cdot 10^8$ Нмм увеличилось в 5 раз, а максимальное значение эквивалентных напряжений в 5,1 раза в сравнении с аналогичными значениями при $1 \cdot 10^7$ Нмм. При уменьшении размера сетки с 3 до 2 мм максимальное значение эквивалентных перемещений увеличились в 1,0051 раза, а максимальное значение эквивалентных напряжений – в 1,09 раза. При уменьшении размера сетки с 2 мм до 1 мм максимальное значение эквивалентных перемещений уменьшилось в 1,01 раза, а максимальное значение эквивалентных напряжений увеличилось в 1,34 раза.

Литература

1. Каталог редукторов Sumitomo Fine Cyclo. – 2017. – Режим доступа: http://www.sumitomo-drive.ru/upload/private/information_items_property_1113.pdf, свободный. – Catalogue 991333 EN 04/2017.
2. Планетарная передача : пат. 5092 С1 Респ. Беларусь, МПК ⁷F 16 Н 1/28 / А. М. Пашкевич, В. М. Пашкевич, В. В. Геращенко, М. Ф. Пашкевич ; заявитель Могилев. гос. техн. ун-т. – № 19981087 ; заявл. 30.11.98 ; опубл. 30.03.03 // Афіц. бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 1 (36). – С. 161.

3. Пашкевич, М. Ф. Планетарные передачи с повышенной нагрузочной способностью для реверсивной работы в приводах строительных и дорожных машин / М. Ф. Пашкевич, О. Е. Печковская // Вести. МГТУ. – 2005. – № 2. – С. 127–131.
4. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 192 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОДНОВРЕМЕННО РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН НГДУ «РЕЧИЦАНЕФТЬ»

Д. И. Ковалевский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. В. Козырева

Большинство нефтяных месторождений являются многопластовыми и содержат два и более пластов, что делает весьма актуальным использование при их разработке технологии одновременно раздельной добычи (ОРД).

Основные цели ОРД – обеспечение разобщения пластов, раздельный учет добываемой продукции каждого объекта, достижение запланированных темпов разработки. Технология ОРД позволяет решить следующие задачи:

- одновременная эксплуатация объектов с разными коллекторскими характеристиками и свойствами нефтей;
- раздельный учет добываемой продукции каждого объекта;
- повышение производительности скважины за счет оптимизации работы объектов;
- обеспечение равномерной выработки и нефтеотдачи объектов, эксплуатируемых скважиной;
- повышение рентабельности отдельных скважин за счет подключения других объектов разработки или разных по продуктивности пластов одного объекта разработки;
- сокращение объемов бурения за счет использования ствола одной скважины для организации одновременного (совместного) отбора запасов углеводородов разных объектов разработки одной сеткой скважин;
- эксплуатация низкорентабельного объекта («довыработка» запасов) одновременно с рентабельной эксплуатацией другого объекта.

Для опробования технологии одновременно раздельной эксплуатации (ОРЭ) применительно к условиям месторождений РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» была выбрана однолифтовая схема ОРЭ разработки ОАО «ТатНИПИнефть», при которой объекты разрабатываются одним трубным штанговым глубинным насосом, имеющим один нагнетательный и два приемных клапана. Данная схема позволяет осуществлять раздельную эксплуатацию двух объектов.

Первый этап внедрения технологии ОРЭ на скважинах НГДУ «Речицанефть» выявил ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать в дальнейшем:

- на 3 из 8 скважин, на которых производились работы по приобщению второго пласта, характеристики приобщаемого пласта значительно отличались от ожидаемых;
- оборудование и технология ОРЭ разработки «ТатНИПИнефть» не позволяет эксплуатировать нижний пласт при наличии в его продукции свободного газа на приеме насоса;
- применение существующих технологий борьбы с солями и АСПВ не позволяет при эксплуатации оборудования для ОРЭ осуществлять промывку хвостовика и обработку призабойной зоны нижнего пласта.

Для решения проблемы выделения свободного газа из продукции нижнего пласта скважины на приеме насоса в Беларуси была предложена принципиально новая схема насосной установки ОРЭ с системой отвода газа, поступающего на прием насоса из нижнего горизонта (рис. 1).

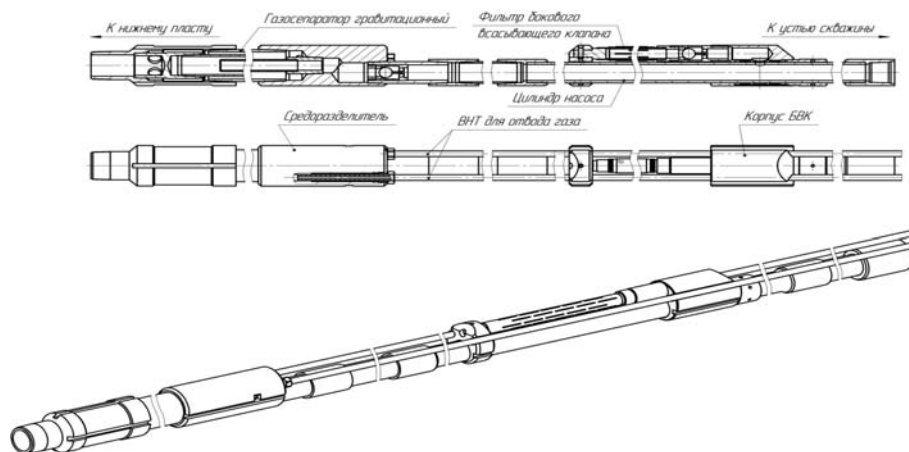


Рис. 1. Насос ТНО113 (прямая схема) с газосепаратором

Согласно данной схеме на приеме насоса свободный газ сепарируется при движении пластового флюида вверх-вниз по системе соединенных между собой каналов. Отвод свободного газа на устье осуществляется по скважинному гибкому трубопроводу.

В НГДУ «Речицанефть» на «стенд-скважине» были произведены испытания насоса прямой схемы ТНО113-П. Испытания подтвердили возможность отвода свободного газа, поступающего на прием насоса по трубопроводу, на устье скважины. По состоянию на 01.01.2018 г. по технологии ОРД работают 28 скважин НГДУ «Речицанефть», в 2018 г. планируется внедрение еще на 11 объектах, в том числе на 7 объектах, находящихся на данный момент в процессе бурения (рис. 2).

Первый опыт внедрения подтвердил целесообразность применения технологии ОРЭ на месторождениях Республики Беларусь. Требуется дальнейшее совершенствование оборудования и технологии ОРЭ с целью уменьшения имеющихся ограничений, для расширения списка «скважин-кандидатов» на внедрение технологии.

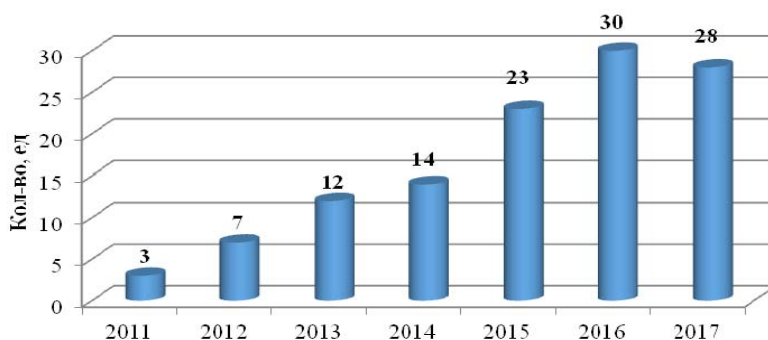


Рис. 2. Динамика внедрения технологии ОРД в 2011–2017 гг.

В настоящее время для реализации технологии ОРД в ПУ «Нефтебурсервис» осуществляется подготовка насосов ТНО со сверлением цилиндра и установкой БВК на стопорных и уплотнительных элементах. По результатам подъемов данных насосов неоднократно отмечались случаи смещения и повреждения корпуса БВК. Для увеличения надежности насосного оборудования для ОРД в месте установки БВК специалистами БелНИПнефть разработана конструкция разрезного насоса.

Разрезной насос для технологии ОРД представляет собой насос для ОРД с разрезанным цилиндром и установленным БВК на резьбе между верхней и нижней частью разрезанного цилиндра насоса.

Замена сверления отверстия в цилиндре насоса на разрезание в месте установки БВК с последующей фиксацией корпуса БВК с верхней и нижней частью цилиндра насоса с помощью резьбы позволяет:

- обеспечить равнопрочность цилиндра насоса в зоне БВК;
- упростить конструкцию БВК, исключив из нее уплотнительные и стопорные элементы;
- увеличить надежность крепления узла бокового всасывающего клапана и герметичность насосной установки в целом;
- исключить вероятность смещения БВК при проведении СПО и (или) при эксплуатации.

Были проведены лабораторные и промышленные испытания насоса.

По результатам лабораторных испытаний при давлении 12,5 МПа определено, что он выдерживает нагрузку более 30 т.

Промысловые испытания проводились на скважинах № 242 Речицкого месторождения и № 92 Давыдовского месторождения. При проведении промысловых работ отклонений в работе насосного оборудования выявлено не было. Дебит, замеренный при работе скважины с двух горизонтов, соответствует теоретической производительности насоса и составляет 20 м³/сут. Отмечается незначительное влияние газа на работу подземного оборудования.

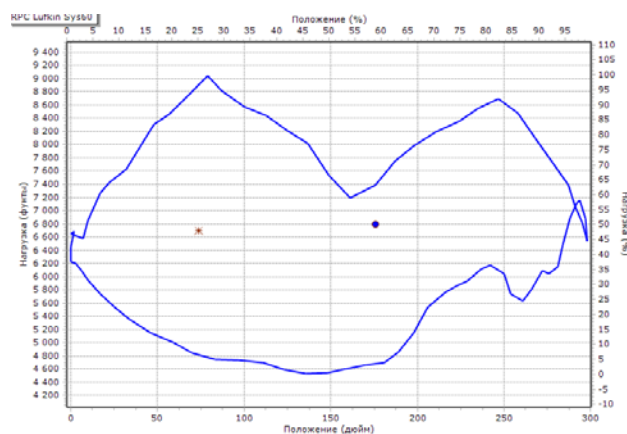


Рис. 3. Динамограмма работы насосного оборудования скважины № 98 Давыдовского месторождения

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что по состоянию на 01.01.2017 г. в работе разрезных насосов осложнений, связанных с конструктивными особенностями, не выявлено. Заклиниваний плунжера в цилиндре ТНО в месте установки БВК при работе насосов не отмечено, проявление гидродинамической связи между эксплуатируемыми горизонтами не установлено.

Литература

1. Валовский, В. М. Руководство по эксплуатации установки для ОРЭ двух объектов (УОРЭ-146, УОРЭ-168) / В. М. Валовский, К. М. Гарифов. – Бугульма : ТатНИПИнефть, 2004. – С. 21.
2. Инженерно-технологическое обеспечение эксплуатации механизированного фонда скважин в различных геолого-промысловых условиях : отчет о НИР (заключ.) / БелНИПИнефть; рук. П. А. Петрикевич. – Гомель, 2017. – 300 с.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМ
С LS-РЕГУЛИРОВАНИЕМ****М. С. Мельниченко, Ю. А. Андреев***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Компьютерное моделирование становится неотъемлемой частью при разработке новых агрегатов, систем и технических объектов. Перед разработчиком ставятся определенные задачи, которые позволяют решить те или иные программные компоненты. Такие программные компоненты позволяют:

- 1) сократить сроки конструкторско-технологической подготовки производства;
- 2) существенно повысить качество конструкторской и технологической документации;
- 3) наладить работу системы управления производством с актуальными инженерными данными;
- 4) снизить издержки на материально-техническое обеспечение производства за счет оптимизации номенклатуры применяемых материалов, оснастки и покупных комплектующих;
- 5) эффективно эксплуатировать парк станочного оборудования, оптимизировать расход инструмента; снизить себестоимость конечной продукции;
- 6) обеспечить оптимальный жизненный цикл выпускаемых изделий.

На начальных этапах проектирования, в процессе поиска решения поставленной задачи и для определения характеристик системы, удовлетворяющих требования заказчика, необходима длительная исследовательская работа. При исследованиях производится анализ различных вариантов возможных конструкторских решений, результатах расчетов, оптимизации важнейших параметров и характеристик проектируемого оборудования, разработка опытного образца. Многовариантность решений приводит к увеличению времени и стоимости конечного продукта, поэтому для уменьшения этих показателей и создания конкурентоспособных изделий применяют специализированные программы.

Существует множество программных пакетов, позволяющих проводить компьютерное моделирование исследуемых систем. К таким программам относятся: MATLAB, Fortran, SolidWorks, Modelica, FluidSIM, AMESim.

В плане построения и изучения электро-гидромеханических систем в настоящее время отлично зарекомендовал себя программный пакет LMS Imagine.Lab AMESim. Данная программа используется в самых различных областях техники, начиная от космонавтики и авиации, заканчивая общей промышленностью. Платформа LMS Imagine.Lab AMESim содержит широкий спектр решений для конкретных приложений со специализированными возможностями моделирования, которые позволяют оценить поведение конкретных систем. Также данный программный пакет имеет про-

стой графический интерфейс и встроенную библиотеку гидравлических элементов, которую можно расширять и дополнять при работе [1].

Таким образом, целью данной работы является применение современных прикладных программ проектирования для сокращения сроков исследовательской работы на начальных этапах проектирования изделия на примере программы AmeSIM.

Функциональным назначением платформы является:

- анализ функциональных характеристик мехатронных систем;
- оптимизация между механическими, гидравлическими, пневматическими, тепловыми и электрическими/электронными системами до начала испытаний опытных образцов;
- принятие обоснованных решений для обеспечения наиболее важных параметров изделий на ранних стадиях разработки, общее улучшение рабочих характеристик и качества продукта.

Объектом исследования в данной работе является гидросистема (рис. 1), в которой реализован принцип LS-регулирования (load sensing) – принцип адаптации к нагрузке [2], который используется в современных гидравлических приводах мехатронных систем. Принцип адаптации к нагрузке позволяет осуществлять регулирование входного давления системы по давлению на наиболее нагруженном рабочем органе, обеспечивает одновременное независимое управление при приемлемом уровне энергетических потерь, что расширяет область применения и технические характеристики системы.

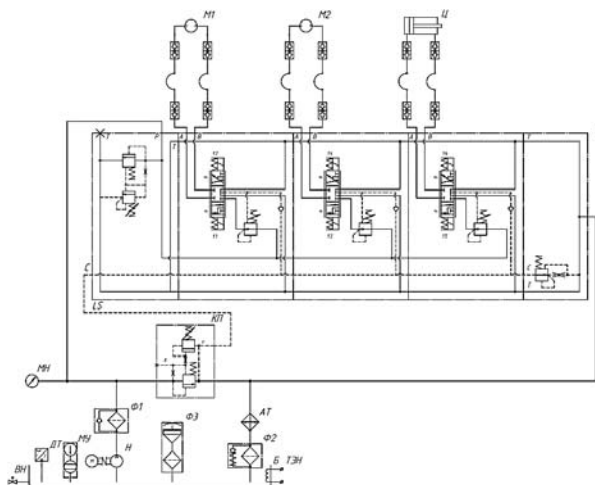


Рис. 1. Схема принципиальная гидросистемы

При моделировании с использованием AmeSIM реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты. При этом пользователю не нужно изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере, и знаний той предметной области, в которой он работает [1]. В ходе моделирования имеется возможность следить за процессами, происходящими в системе. Для этого используются специальные устройства наблюдения, входящие в состав библиотеки AmeSIM. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц.

Для создания модели необходимо последовательно выполнить ряд действий. Во-первых, создать новый файл модели. Во-вторых – расположить блоки из библиотеки

в окне модели. На этом этапе возникают наибольшие проблемы, так как стандартная библиотека может не содержать гидроустройства с требуемым схемным решением, поэтому требуется подбирать аналоги и использовать специальные знания. Моделируемая система (рис. 1) имеет нестандартное схемное решение для обеспечения принципа LS-регулирования, который осуществляется секционным распределителем. Поэтому модель гидросистемы собрана из аппаратов, повторяющих работу моделируемой системы (рис. 2) в окне редактирования в режиме эскиза (sketch mode).

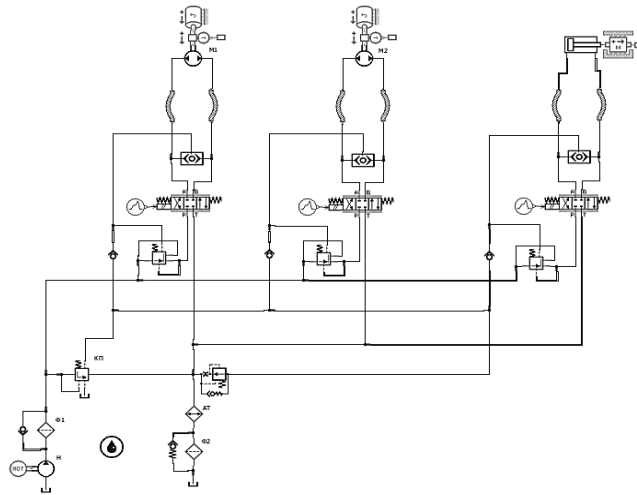


Рис. 2. Схема модели

Далее требуется изменить параметры блоков, установленных программой «по умолчанию» в режиме параметров (parameter mode). В данном режиме вводятся исходные данные для применяемых гидроустройств. Для ввода параметров необходимо дважды щелкнуть правой кнопкой мыши по требуемому блоку и ввести значения. При анализе работы системы целесообразно ввести несколько значений параметров, используя функцию серийных параметров (settings → batch parameters).

Затем переходим в режим симуляции (simulation mode). В данном режиме при нажатии на кнопку старта симуляции (start a simulation) программа начинает просчитывать режимы работы системы со всеми вариантами изменения нагрузки.

Результатом симуляции могут быть различные графические характеристики, которые показывают изменение параметров, интересующих исследователя (рис. 3).

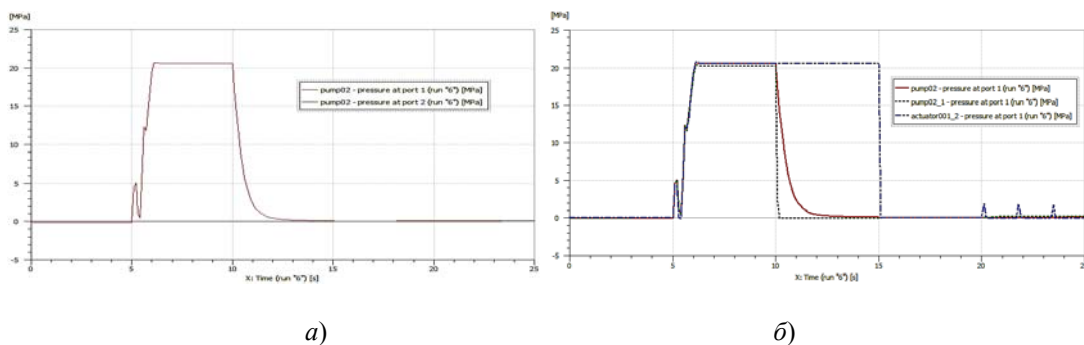


Рис. 3. Графическая характеристика работы гидродвигателей:
а – давление на гидромоторе М1; б – совместная работа
всех гидродвигателей

Таким образом, компьютерное моделирование гидросистем позволяет определять параметры гидросистемы на этапе анализа схемных решений без составления громоздких аналитических уравнений, что позволяет сократить время разработки (примерно на 60 %) и избежать ошибок при дальнейшем проектировании и создании опытного образца, а также экономических потерь (издержки производства сокращаются на 30 %), и улучшить качество и конкурентоспособность продукции.

Литература

1. Гимадиев, А. Г. LMS Imagine.Lab AMESim как эффективное средство моделирования динамических процессов в мехатронных системах / А. Г. Гимадиев, П. И. Грешняков, А. Ф. Синяков. – Самара : Изд-во СамНЦ РАН, 2014.
2. Гинзбург, А. А. Дроссельное регулирование в гидросистемах и адаптация гидропривода к нагрузке (LS-принцип) : курс лекций для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / А. А. Гинзбург. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 77 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ГИДРОПРИВОДА ПРЕССА С ЦЕЛЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Д. Ю. Мицура, Ю. А. Андреев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Одним из важнейших требований, предъявляемых к проектируемым изделиям в настоящее время является оптимальное использование ресурсов и рациональное энергопотребление [1]. Гидропривод имеет довольно низкий КПД в сравнении с другими видами привода. Поэтому проведение работ по оптимизации привода и его составных частей является актуальной задачей как в практической, так и теоретической.

Целью исследования является обоснование использования сдвоенных насосов, настроенных на разную подачу и давление в гидроприводах прессов для энергосбережения.

С целью уменьшения энергопотребления в некоторых гидроприводах может применяться рекуперация и аккумуляция энергии, при этом используются разные устройства и механизмы, преобразующие какой-либо вид энергии в энергию гидравлическую [2]. Также в некоторых гидросистемах, в частности, в прессовом оборудовании для уменьшения количества потребляемой энергии могут использоваться системы компенсации давления, либо многопоточные насосы [3].

В качестве гидродвигателя в гидроприводе используется гидроцилиндр, выходным звеном которого (и гидропривода в целом) является шток. Для упрощения принимаем следующие допущения: пренебрегаем всеми видами потерь энергии в гидроприводе (включая потери энергии в гидромашинах), инерционностью и жесткостью элементов гидропривода и возможным отличием давления в баке гидропривода от атмосферного. Указанные допущения, как правило, не изменяют сути конечных результатов. Зависимость давления в поршневой полости гидроцилиндра от отхода штока (координаты) $p = f(z)$ такова, что увеличению координаты z штока гидроцилиндра на всем протяжении его рабочего хода соответствует увеличение давления p (рис. 1) [1].

При превышении давлением в напорной гидролинии привода заданной величины происходит разгрузка насоса от работы под давлением. В результате расход рабочей жидкости, поступающей в напорную линию (и далее – к гидродвигателям) от насосов, ступенчато уменьшается, и наоборот.

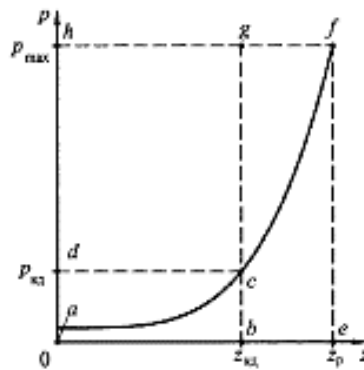


Рис. 1. Зависимость давления в поршневой полости гидроцилиндра от координаты

Для простейшего случая, питания гидропривода рабочей жидкостью под давлением, используются два нерегулируемых насоса Н1 и Н2 с приводом от общего двигателя (рис. 2, а).

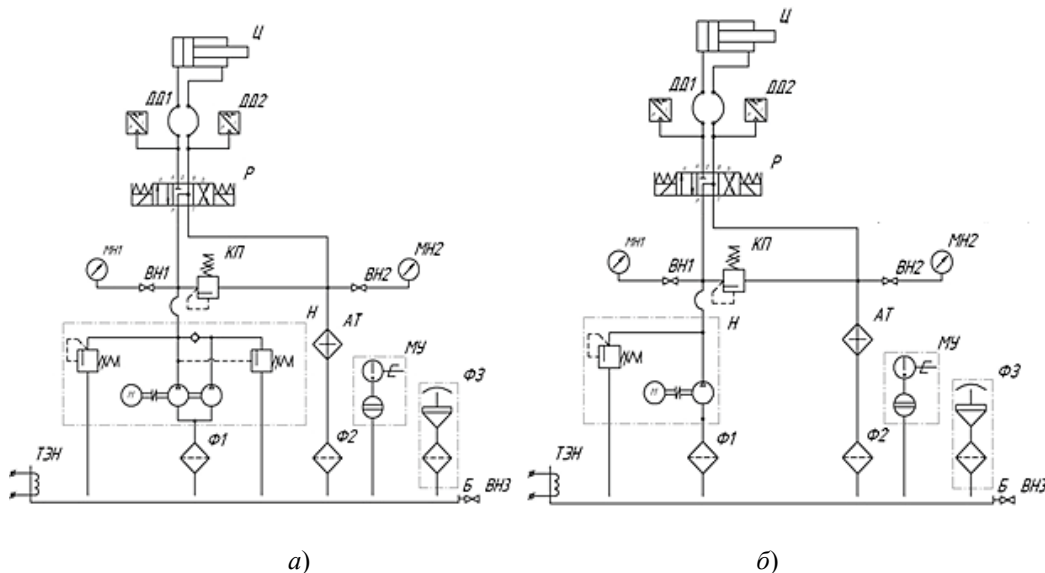


Рис. 2. Гидросхема привода прессы:
а – со двоянным насосом; б – с одним насосом

Промежуток времени t_1 , в течение которого шток гидроцилиндра перемещается на расстояние $z_{кд}$ с соответствующим давлением в напорной линии $p_{кд}$, и промежуток времени t_2 , в течение которого шток гидроцилиндра проходит оставшуюся часть $z_p - z_{кд}$ рабочего хода, составляет [1]:

$$t_1 = \frac{S z_{кд}}{Q_{Н1} + Q_{Н2}}; \quad t_2 = \frac{S(z_p - z_{кд})}{Q_{Н1}},$$

где $Q_{Н1}$, $Q_{Н2}$ – подачи насосов, соответственно, Н1 и Н2; S – площадь поршня.

Для выполнения рабочего хода штока гидроцилиндра за промежуток времени $t_{р1}$ при использовании в качестве источника питания гидропривода одного насоса (рис. 2, б), подача $Q_{Н}$ и его мощность $N_{уст1}$ при принятых допущениях должны быть равны:

$$Q_n = \frac{Sz_p}{t_{p1}}; \quad N_{уст1} = Q_n p_{\max}; \quad t_{p1} = \frac{Sz_p p_{\max}}{N_{уст1}},$$

где z_p – длина рабочего хода штока гидроцилиндра; p_{\max} – максимальное давление в напорной линии гидропривода, необходимое для преодоления внешней нагрузки на штоке гидроцилиндра во время выполнения рабочей операции.

Продолжительность выполнения рабочей операции t_{p2} при использовании в гидроприводе двух насосов (рис. 2, а), установочная мощность $N_{уст2}$ гидропривода с двумя насосами со ступенчатым изменением расхода рабочей жидкости равны:

$$t_{p2} = S \left[\frac{z_{кд}}{Q_{н1} + Q_{н2}} + \frac{z_p - z_{кд}}{Q_{н1}} \right]; \quad N_{уст2} = (Q_{н1} + Q_{н2}) p_{кд} = Q_{н1} p_{\max}.$$

Оценка эффективности использования одного двухступенчатого насоса в сравнении с одним нерегулируемым производится по критерию D :

$$\frac{t_{p2}}{t_{p1}} = \frac{N_{уст1}}{N_{уст2}} = D.$$

Если рассматривать результат деления D как сумму перемещений поршня гидроцилиндра за определенные промежутки времени, то выражения являются справедливыми при любом характере зависимости изменения в напорной линии p от перемещения штока z .

Для выполнения расчетов по данной методике для двух систем в качестве исходных данных используются следующие общие значения: подача насоса $Q_n = 2,82$ л/мин; площадь поршня $S = 7850$ см²; ход поршня $z_p = 300$ мм; максимальное давление в системе $p_{\max} = 43$ МПа.

Для выполнения расчетов по данной методике в качестве исходных данных для системы с одним двухступенчатым насосом используются значения: подача насоса ступени высокого давления $Q_{н1} = 2,82$ л/мин; подача насоса ступени низкого давления $Q_{н2} = 8,601$ л/мин; давление срабатывания клапана $p_{кд} = 16$ МПа; холостой ход штока $z_{кд} = 150$ мм.

Результаты расчета гидросистемы с одним насосом: полное время выполнения операции t_{p1} составляет 50 с, при этом потребная мощность для привода насоса $N_{уст1}$ составляет 2021 Вт, а в пересчете на время работы привода энергозатраты составляют $N_1 = 28,069$ Вт · ч.

Результаты расчета гидросистемы с одним двухступенчатым насосом время холостого хода t_1 и время запрессовки t_2 составляют 6,188 и 25,05 с, соответственно, а полное время выполнения операции $t_{p2} = 31,2$ с; потребная приводная мощность насоса $N_{уст2} = 3045$ Вт, а в пересчете на время работы привода энергозатраты – $N_2 = 26,22$ Вт · ч.

Оценка эффективности использования двухступенчатого насоса в сравнении с использованием одноступенчатого насоса производится как по параметрам энергоэффективности, так и по затраченному времени на выполнение технологической операции:

$$D_{уст} = \frac{N_{уст2}}{N_{уст1}} = \frac{3045}{2021} = 1,507; \quad D_t = \frac{t_{p2}}{t_{p1}} = \frac{31,2}{50} = 0,624; \quad D_N = \frac{N_2}{N_1} = \frac{26,22}{28,069} = 0,934.$$

При выборе между однонасосным и двухступенчатым гидроприводом следует выбирать наиболее значимый для данной установки критерий: время выполнения технологической операции, потребная мощность или энергозатратность.

В данном случае применение двухступенчатого насоса дает выигрыш по скорости – операция выполняется на 62,4 % быстрее, но такая система потребляет энергии на 50,7 % больше, однако энергозатратность при этом на 6,6 % меньше.

Таким образом, применение в гидроприводе, работающем при переменной нагрузке, вместо одного двух нерегулируемых насосов (с приводом от общего двигателя), один из которых разгружается от давления при превышении давлением в напорной линии гидропривода определенного значения, позволяет при неизменном времени выполнения рабочей операции понизить установочную мощность приводящего двигателя и гидропривода в целом, а при неизменной установочной мощности приводящего двигателя и гидропривода – обеспечить выполнение рабочей операции за меньшее время. Указанный положительный эффект (который увеличивается при увеличении количества ступеней изменения расхода рабочей жидкости, поступающей к гидродвигателю) связан с более рациональным использованием мощности приводящего двигателя при применении разгружаемых от давления насосов: благодаря им, при пониженных значениях нагрузки на выходном звене гидропривода обеспечивается движение с повышенной скоростью.

Л и т е р а т у р а

1. Гойдо, М. Е. Проектирование объемных гидроприводов / М. Е. Гойдо. – М. : Машиностроение, 2009. – 304 с.
2. Щербаков, В. Ф. Энергосберегающие гидроприводы строительных и дорожных машин / В. Ф. Щербаков. – ООО «СДМ-Пресс» ; Строительные и дорожные машины, 2018.
3. Андренко, П. Н. Общие вопросы промышленной гидравлики и пневматики / П. Н. Андренко, З. Я. Лурье : Харьков. политехн. ин-т, Промислова гідравліка і пневматика, 2016.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОКАРНОГО ТРЕХКУЛАЧКОВОГО ПАТРОНА

А. А. Прокофьев

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
Университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Широкое применение трехкулачковых самоцентрирующихся патронов для различных условий обработки требует исследование его статической и динамической точности. Закрепление деталей в патроне может проводится как при прямом, так и при обратном зажиме кулачков.

Целью данной работы является анализ статической и динамической точности самоцентрирующегося патрона.

Расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) производятся в прикладном пакете АРМ – FEM, входящем в состав программы КОМПАС-3D. Для этого была разработана расчетная модель патрона. Так как нагрузка со стороны детали симметрична на каждый кулачек, то для более детального изучения НДС использовался сектор разработанной модели патрона. Готовая к расчету модель показана на рис. 1

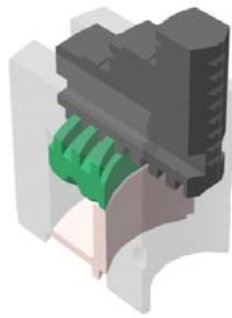


Рис. 1. 3D-модель участка патрона

В полученной модели задавались контактирующие поверхности и граничные элементы. Затем модель разделялась на конечные элементы (рис. 2).

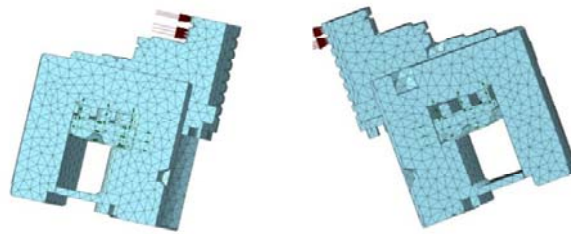


Рис. 2. Расчетная модель

Используя полученную модель, были рассчитаны напряжения и перемещения, картины которых показаны на рис. 3.

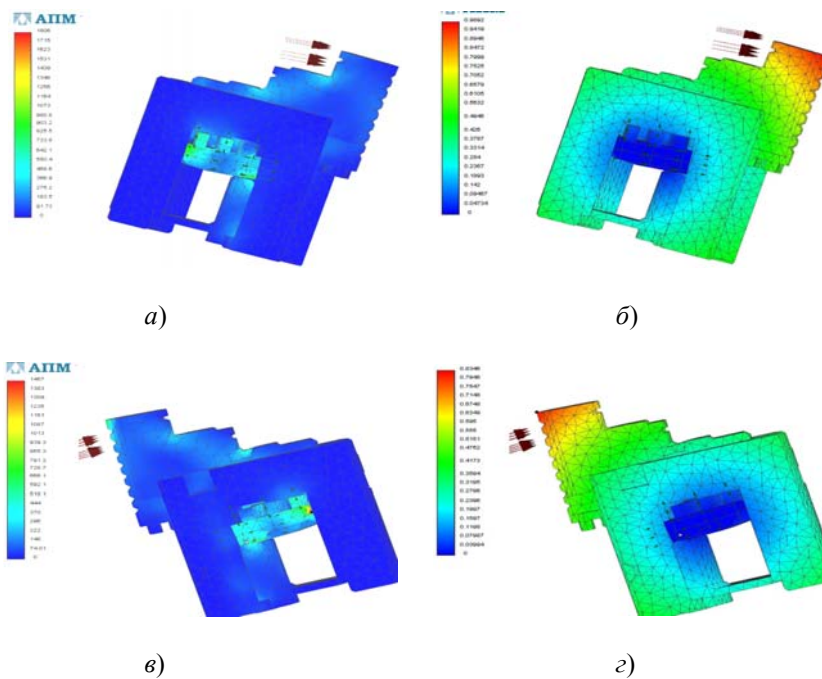


Рис. 3. Картины напряжений (а), (в) и картины перемещений (б), (г)

На рис. 4 приведено распределение запаса прочности кулачка токарного патрона.

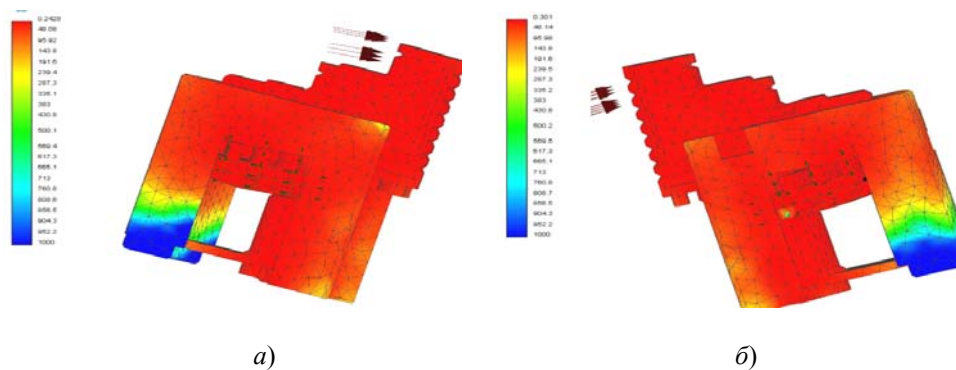


Рис. 4. Распределение запаса прочности:
а – для внешних кулачков; б – для внутренних

На рис. 5 приведено распределение запаса текучести кулачка токарного патрона.

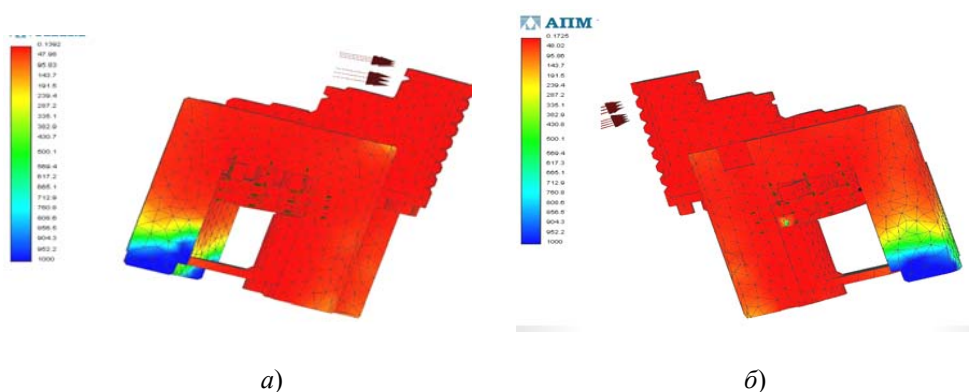


Рис. 5. Распределение запаса текучести:
а – для внешних кулачков; б – для внутренних

Сравнивая полученные результаты, можно сделать вывод, что использование прямого закрепления деталей приводит к снижению уровня максимальных напряжений и перемещений, а также к росту надежности патрона.

Литература

1. Кувшинский, В. В. Фрезерование / В. В. Кувшинский. – М. : Машиностроение, 1977. – 240 с. : с ил.
2. Сложные поверхности. Математическое описание и технологическое обеспечение : справочник / И. А. Дружинский. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 263 с.
3. Справочник технолога–машиностроителя : в 2 т. / Ю. А. Абрамов [и др.] ; под общ. ред. А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с.
4. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент. Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плещачевского. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008. – 339 с.

РАЗРАБОТКА ПОСТПРОЦЕССОРА ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

А. И. Тимашок

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. А. Старовойтов

Введение. В настоящее время в области машиностроения происходит усложнение изготавливаемых изделий, особенно это заметно при фрезерной обработке, где траекторией движения инструмента сложно и трудоемко описать сложные профили деталей с помощью прямых, дуг и окружностей. В связи с этим все больше и больше возникает потребность в освоении САМ технологий для автоматизированного написания управляющих программ (УП) с помощью постпроцессоров для станков с ЧПУ с использованием 3D-моделей.

Постпроцессоры – САМ-программы позволяют во много раз быстрее написать УП и с помощью эмулятора визуально посмотреть и проверить виртуально результат работы УП. Однако в виду огромного количества имеющихся моделей ЧПУ и кинематических особенностей станков, на которых они установлены, САМ-программы требуют разработки оригинальной подпрограммы – постпроцессора на конкретный станок и устройство ЧПУ.

Целью работы является разработки постпроцессора для токарного станка ИТ-42 с ЧПУ NC-210, ООО «BaltSystem» [1]. Работа выполнялась для ОАО «Рогачевский завод Диапроектор» с целью внедрения ее в производство.

Создание и редактирование постпроцессора. Разработчики любой САМ-программы, как правило, предоставляют своему потребителю набор стандартных (базовых) постпроцессоров на распространенные системы ЧПУ для станков со стандартной кинематикой. Однако даже самое малое несоответствие имеющегося постпроцессора с конкретным оборудованием на производстве неизбежно приводит к ошибкам в написанной программе, а они – к браку деталей. Задача работы состоит в том, чтобы написать новый постпроцессор или выбрать наиболее подходящий постпроцессор из имеющихся в наличии и его модифицировать для конкретной модели станка и устройства ЧПУ, что весьма также не просто. Для этого необходимо глубокое знание кинематики и технических характеристик станка, также устройства ЧПУ. Особенно это трудно сделать при наличии в ЧПУ кроме стандартных G и M ISO функций трехбуквенных операторов EIA инженерной европейской ассоциации электриков, которые используются в ЧПУ NC-210.

Необходимо сравнить его функции с функциями стойки ЧПУ, учесть кинематические особенности станка, на основе этих данных произвести соответствующие изменения в постпроцессоре. С помощью эмулятора процесса обработки и при обработке тестовой детали проверить правильность работы полученного постпроцессора.

На основании перечисленных действий можно будет судить о готовности разработанного постпроцессора к применению в реальное производство.

Для реализации поставленной цели после тщательного анализа имеющихся на рынке стран СНГ [2] была выбрана самая распространенная и имеющая конкурентную цену САМ-система Autodesk FeatureCAM 2018, позволяющая производить разработку новых и модернизацию уже существующих (базовых) постпроцессоров, используя программу CLDATA для создания различных профилей обработки [3], [4].

Программа CLDATA описывает на своем языке рабочие и вспомогательные движения инструментов, шпинделя, вызов инструментов, прочие движения и коман-

ды. Эти траектории воспринимаются постпроцессором и преобразуются в системе ЧПУ в кадры с командами и координатами перемещения инструмента.

Для редактирования постпроцессоров имеется контекстная библиотека, и с помощью интерфейса редактирования постпроцессора (рис. 1) можно создать новый постпроцессор, соответствующий нашему устройству и станку, путем описания кодов ЧПУ, конструктивных особенностей и технических характеристик станка модtkb ИТ-42.

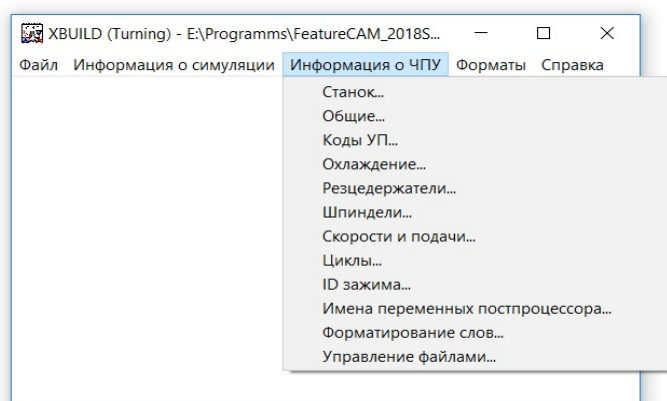


Рис. 1. Интерфейс редактирования постпроцессора в FeatureCAM

Затем также необходимо произвести необходимые изменения файлов с алгоритмами программы CLDATA (рис. 2).

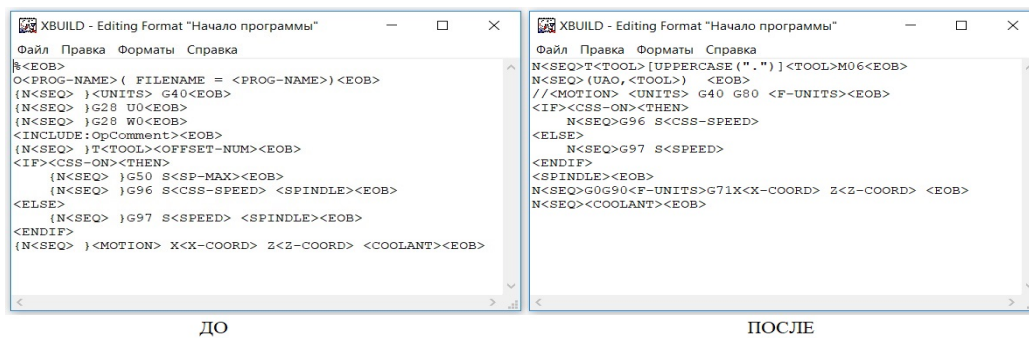


Рис. 2. Алгоритмы программы CLDATA до и после коррекции

После этих изменений мы получаем готовый постпроцессор для станка модели ИТ-42 с устройством ЧПУ NC-210.

Потом необходимо с помощью эмулятора процесса обработки и при обработке тестовой детали на станке проверить правильность работы полученного постпроцессора.

Эмуляция процесса обработки. Для эмуляции процесса обработки выбираем созданный нами постпроцессор для станка модели ИТ-42 с ЧПУ NC-210.

Далее в эмуляторе показан процесс поэтапного создания рабочего проекта обработки тестовой детали «Винт», который требуется для проверки правильного функционирования созданного постпроцессора при создании управляющей программы (УП).

В связи с тем, что профиль обрабатываемой детали незначительно отличается от заготовки из прутка, импортируем твердотельную модель детали (рис. 3), выбираем в качестве заготовки твердотельную модель прутка с учетом припусков на обработку (рис. 4).

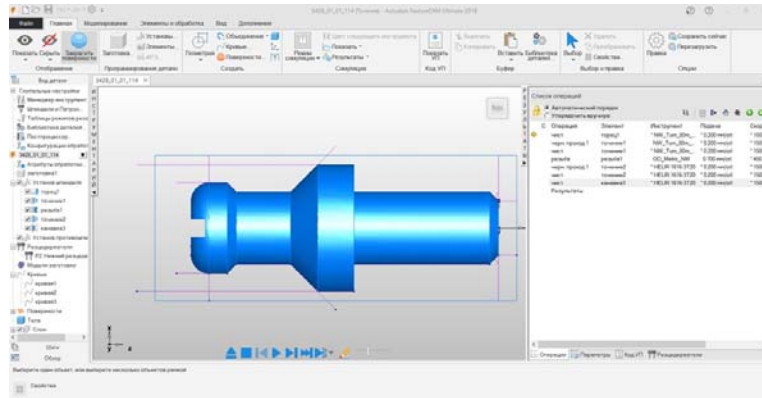


Рис. 3. Импорт твердотельной модели детали и назначение профиля заготовки

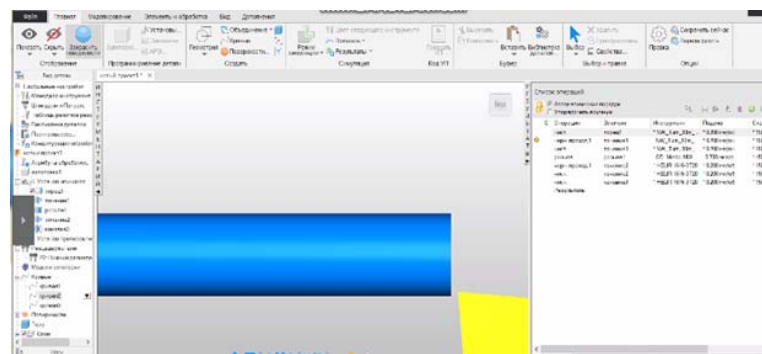


Рис. 4. Начало эмуляции процесса механической обработки детали

Далее в соответствии с маршрутом обработки детали поочередно назначаем обрабатываемые поверхности, режущий инструмент, режимы резания, эмулируем обработку необходимых поверхностей и генерируем УП.

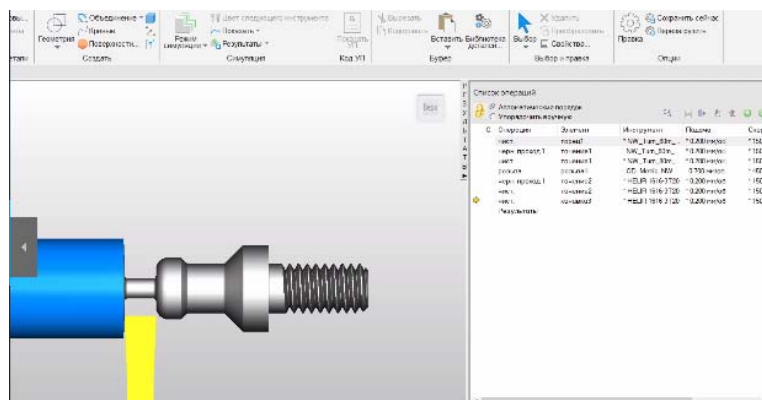


Рис. 5. Конец эмуляции процесса механической обработки

В процессе эмуляции программа может корректироваться и в конце процесса генерируется в готовую УП.

Обработка тестовой детали «Винт» на станке. Готовая УП загружается в устройство в ЧПУ с помощью, например, флэш-памяти, производится привязка режущего инструмента в системе координат детали и тестовая обработка на станке модели ИТ-42 с ЧПУ NC-210 (рис. 6).

На рис. 7 показано фото обработанной детали «Винт» с помощью сгенерированной постпроцессором УП для ЧПУ NC-210.



Рис. 6. Обработка тестовой детали «Винт» на станке модели ИТ-42



Рис. 7. Фото тестовой детали «Винт»

Заключение. Таким образом, сделаны следующие выводы:

1. В результате применения САМ-системы Autodesk FeatureCAM разработан постпроцессор для станка модели ИТ-42 с ЧПУ NC210.
2. С помощью разработанного постпроцессора в процессе эмуляции токарной обработки детали сгенерирована и откорректирована УП для тестовой детали «Винт».
3. С помощью сгенерированной УП проведена токарная обработка детали «Винт» на станке модели ИТ-42 с ЧПУ NC210.
4. Результаты работы внедрены в ОАО «Рогачевский завод «Диапроектор».

Литература

1. Руководство программиста МС. Устройство числового программного управления NC-210. – Режим доступа: <https://bssystem.ru/>. – Дата доступа: 28.12.2018.
2. Обзор российского рынка САМ за 2016 год. – Режим доступа: http://planetacam.ru/articles/market/obzor_rossiyskogo_rynka_cam_za_2016_god/. – Дата доступа: 10.11.2018.
3. Работа в FeatureCAM 2018. – Режим доступа: <http://help.autodesk.com/view/FCAM/2018/RUS/guid=GUID-52E79E1A-FCA7-40C8-881B-0D8212A1BC17>. – Дата доступа: 06.09.2018.
4. Все о программе FeatureCAM и иных продуктах компании Autodesk. – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/>. – Дата доступа: 06.09.2018.

РОЛЬ ЖИДКОСТЕЙ ГЛУШЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БЕЛАРУСИ

В. Н. Шиленкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Т. В. Атвиновская, А. С. Асадчев

Ускоренные темпы разработки нефтяных и газовых месторождений, широкое внедрение вторичных методов добычи, заводнение пластов, а также выход из строя со временем и обводнение определенной части действующего фонда скважин – все это приводит к росту объема ремонтно-восстановительных работ и, следовательно, требует совершенствования служб ремонта и внедрения новейших материалов и технологий.

Объектом изучения данной работы являются специальные жидкости глушения (ЖГ) скважин и их влияние на геолого-физические характеристики коллекторов нефтяных месторождений Республики Беларусь.

Один из важнейших этапов ремонта скважин – предупреждение перелива скважинной жидкости на устье. Для этих целей применяются следующие способы:

- глушение скважины жидкостью необходимой плотности;
- использование отсекателей пластов, устанавливаемых на устье или забое скважин;
- снижение пластового давления ограничением закачки воды в рядом расположенные скважины.

Способ глушения скважин жидкостью необходимой плотности наиболее прост, надежен и экономичен.

Одним из наиболее важных мероприятий при выборе ЖГ является сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта.

В соответствии с многочисленными экспериментальными данными снижение естественной проницаемости коллектора по нефти происходит вследствие его внутриводной коагуляции при воздействии технологических жидкостей за счет следующих микропроцессов:

- набухание глинистых минералов, содержащихся в породе коллекторов;
- блокирующее действие воды, обусловленное капиллярными и поверхностными явлениями, происходящими в поровом пространстве в результате взаимного вытеснения несмешивающихся жидкостей;
- образование в пласте стойких водонефтяных эмульсий;
- закупоривание пор твердыми частицами, проникающими в пласт вместе с фильтратом (жидкой фазой);
- образование в поровом пространстве нерастворимых осадков в результате взаимодействия фильтратов и пластовых флюидов.

Применяемые для глушения нефтяных скважин ЖГ должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую репрессию на пласт (и необходимое противодействие на пласт);
- не снижать проницаемость призабойной зоны (обеспечивать максимальное сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта);
- фильтрат жидкости глушения должен обладать ингибирующим действием на глинистые частицы, предотвращая их набухание;

– не образовывать водных барьеров и способствовать гидрофобизации поверхности коллектора и снижению капиллярных давлений в порах пласта за счет уменьшения межфазного натяжения на границе раздела фаз «жидкость глушения – пластовый флюид»;

– должны быть совместимы с другими технологическими жидкостями, используемыми при ремонте скважины;

– не образовывать стойких водонефтяных эмульсий первого и второго рода;

– оказывать минимальное коррозионное и абразивное действие на ремонтное и эксплуатационное оборудование (скорость коррозии стали не должна превышать 0,10–0,12 мм/год);

– быть нетоксичной, пожаробезопасной (класс опасности – не выше 3);

– не влиять на показатели геофизических исследований в скважине;

– быть термостабильной в конкретных условиях ее применения и морозоустойчивой в зимних условиях, недорогой и недефицитной.

Для соблюдения требований, предъявляемых к ЖГ, следует:

– обеспечивать минимально возможное проникновение ЖГ в пласт под действием репрессии путем расчета ее плотности;

– ограничивать содержание в ЖГ тонкодисперсных частиц до 50 мг/л посредством отстоя (в течение суток) или очистки на фильтрах;

– вводить в ЖГ ингибирующие добавки с целью предотвращения набухания и гидратации глинистых минералов и уменьшения их увлажняющей способности;

– предупреждать осадкообразование при контакте с пластовыми водами путем введения в ЖГ ингибиторов осадкообразования;

– обеспечивать коррозионную инертность жидкости глушения по отношению к металлу труб погружного оборудования с помощью ингибиторов коррозии;

– вводить в ЖГ ПАВ-гидрофобизаторы.

Все ЖГ условно делят на две группы: на водной и углеводородной основе. В первую группу входят пены, пресные и пластовые воды, растворы минеральных солей, глинистые растворы, системы с конденсированной твердой фазой (гидрогели), прямые эмульсии. Вторая группа включает в себя товарную или загущенную нефть, известково-битумные растворы и обратные эмульсии с содержанием водной фазы до 70 %.

Для максимального сохранения коллекторских свойств продуктивных пластов в процессе проведения ремонтных работ в скважинах в качестве ЖГ рекомендуются растворы на углеводородной основе. Использование таких систем сохраняет естественную водонасыщенность пор призабойной зоны пласта (фазовую проницаемость его по нефти). Исключаются набухание глинистых минералов пласта, блокирующее действие воды, обусловленное капиллярными явлениями, образование нерастворимых осадков при контакте с минерализованными водами, увеличение толщины пристенных слоев жидкости на поверхности зерен породы, коррозия оборудования, проявления сероводорода на устье скважин. На углеводородной основе ЖГ в большей степени применяются на месторождениях с аномально низким пластовым давлением.

Обладая существенными преимуществами, ЖГ на углеводородной основе имеют ряд недостатков. Они пожароопасны, неблагоприятно воздействуют на окружающую среду, приготовление и использование таких систем в условиях отрицательных температур затруднено. В силу этих причин более широкое распространение получили жидкости глушения на водной основе.

Наиболее перспективным для глушения скважин с пластовым давлением ниже гидростатического является способ и технология глушения с применением трех- и двухфазных пен. Применение трехфазных пен предполагает снижение или полное устранение репрессии на продуктивный пласт путем регулирования плотности пены и снижения интенсивности поглощения или полное его прекращение путем регулирования структурно-механических свойств пены. В результате предотвращения поглощения пены продуктивным пластом достигается сохранение его естественной проницаемости.

На месторождениях с пластовым давлением, превышающим гидростатическое, в качестве ЖГ применяют утяжеленные глинистые растворы. Несмотря на относительную дешевизну и доступность, глинистые растворы наименее подходят для ремонта и глушения скважин, так как могут вызвать такое резкое снижение их продуктивности, что затраты на продолжительное освоение превысят стоимость бурения. Анализ данных показал, что во всех случаях контакт глинистого раствора с поровой средой продуктивного пласта приводит к снижению эксплуатационных свойств последнего за счет комплексного воздействия твердой фазы и фильтрата бурового раствора. Твердая фаза буровых растворов обуславливает необратимую коагуляцию коллектора.

Для глушения скважин с пластовым давлением, близким к гидростатическому, наиболее широко применяется раствор хлористого натрия. При плотности таких рассолов более $1,08 \text{ г/см}^3$ практически предотвращается набухание глинистых минералов. Хлористый калий обычно добавляют к хлористому натрию для более надежного предотвращения гидратации пластовых глин.

Фильтрационные свойства чистых рассолов регулируются следующими способами:

- снижением плотности жидкости для уменьшения гидростатического давления на пласт;
- увеличением вязкости жидкости добавкой полимерных загустителей;
- введением твердых частиц-коагулянтов для временной закупорки пор продуктивного пласта.

Полимерные системы в зависимости от типа применяемого полимера могут быть тиксотропными и нетиксотропными. Нетиксотропные жидкости глушения обладают повышенной вязкостью, но не способны к гелеобразованию. Их применение ограничено лишь необходимостью повысить выносящую способность жидкости при циркуляции. Тиксотропные жидкости глушения характеризуются значительной вязкостью и структурированностью, что позволяет им удерживать во взвешенном состоянии твердые частицы длительное время после прекращения циркуляции жидкости.

Таким образом, на практике доказана важная роль рационального выбора ЖГ при проведении ремонта скважин, в частности, тяжелых ЖГ на основе неорганических солей (без твердой фазы), имеющих высокую плотность. Применение этих жидкостей позволяет снизить временные, а следовательно, и стоимостные затраты на операции, проводимые в скважинах, и за счет сохранения коллекторских свойств пласта повысить начальные дебиты при вторичном вскрытии пласта в среднем на 20–30 %. Отсутствие твердой фазы, способной необратимо засорить призабойную зону пласта, а также высокая концентрация солей, необходимая для достижения высокой плотности, сводящая к минимуму гидратацию глинистых минералов пласта, объясняют успешное применение этих растворов.

Литература

1. Рябоконт, С. А. Технологические жидкости для заканчивания и ремонта скважин : монография / С. А. Рябоконт. – ОАО НПО «Бурение», 2006.
2. Шилов, И. А. Подбор наиболее эффективных жидкостей глушения скважин и оценка их влияния при лабораторном моделировании / И. А. Шилов, А. И. Неволин // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 12.
3. Пономарева, И. Н. Результаты исследований в области повышения эффективности технологий глушения скважин / И. Н. Пономарева, П. Ю. Илюшин // Нефтяное хоз-во. – 2017. – № 1.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

А. У. Табылов, Н. Ж. Орынбасаров

*Кастийский государственный университет технологий
и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

В современных условиях производства автоматизация технологических процессов в машиностроении является одной из основных тенденций его развития. Основные требования, предъявляемые к автоматизации машиностроительного производства, – это повышение технологических и технических уровней на всех этапах производственного и технологического процесса. В современных условиях машиностроительного производства создание новых машин для отраслей промышленности осуществляется в контексте перехода к комплексной механизации и автоматизации технологических процессов с использованием автоматических систем машин, базирующихся на последних достижениях современной науки и техники, в частности, средств электроники.

Современные роботизированные технологические комплексы (РТК), применяемые в машиностроении, создают условия для обеспечения автоматизации отдельных технологических операций или их совокупности. Функционирование промышленных роботов (ПР) и РТК обеспечивают технологическое автоматическое оборудование, промышленные роботы и вспомогательные устройства, предусмотренные в составе РТК. Исходя из функционального назначения промышленных роботов осуществляют свою деятельность комплексы, в которых они выполняют ряд вспомогательных функций по обслуживанию парка основных технологических оборудований (к примеру, функции промышленных роботов по автоматизации загрузок-разгрузок технологического оборудования партией штучных заготовок). Наряду с этим функционируют комплексы с самостоятельным выполнением технологических операций посредством переносных инструментов.

Этапы построений РТК зависят и от видов автоматизируемых технологических процессов, от особенностей их организаций, а также применяемых классов промышленных роботов [1]. К основному оборудованию РТК относятся следующие технологические автоматы: парк автоматических станков, автоматических прессов, парк литейных машин, автоматов для переработки пластмасс и др. Современные промышленные роботы обеспечивают автоматизированные операции по загрузке-разгрузке технологических автоматов и выполняют ряд дополнительных операций по обслуживанию (процессы обдувов базовых поверхностей, смены инструментов, процессы смазок форм и т. д.).

Вспомогательным оборудованием в составе РТК являются комплексы автоматизированных накопителей для хранения запасов объектов обработок, комплекс устройств по первоначальным ориентациям объектов обработки, комплекс устройств поштучных выдач, тактовые столы и другое вспомогательное оборудование.

При функционировании РТК потребность во вспомогательном оборудовании определяется рядом ограниченных возможностей промышленных роботов и основного технологического оборудования. Таким образом, в главную идею использования РТК включено эффективное использование промышленных роботов (ПР) в комплексе с определенным технологическим оборудованием, предназначенным для выполнения одной или нескольких конкретных технологических операций. Современный парк ПР способен к выполнению некоторых специфических технологических операций (процессы окраски, сварки, сборки и др.). При этом промышленными роботами выполняются функции основных технологических оборудований. При выполнении данных работ допустимо одновременное и согласованное функционирование нескольких взаимодействующих промышленных роботов, которые при выполнении определенных технологических операций взаимодополняют друг друга.

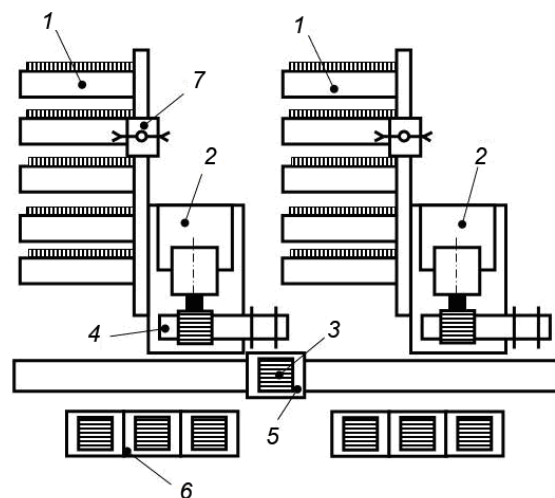


Рис. 1. Промышленный робототехнический комплекс, состоящий из двух производственных модулей и одного транспортного накопителя линейного типа:
1 – инструментальный магазин; 2 – ОЦ; 3 – паллеты;
4 – двухтактный стол; 5 – передвижная транспортная платформа;
6 – стационарный накопитель; 7 – подвесной транспортный робот

В состав робототехнического комплекса, приведенного на рис. 1, включены два производственных модуля, транспортный накопитель линейного типа. Взаимосвязь стационарного транспортного накопителя с производственным модулем осуществляется посредством передвижной транспортной платформы. Двухтактным столом по направляющим осуществляется перегрузка заготовок со стоек на станок. Процессы загрузки заготовок в накопители осуществляются роботами, робокарами; при минимальном штучном времени обработки одновременно предусмотрены смены заготовок на нескольких стойках. Технологические процессы подачи инструментов из транспортных накопителей выполняются автономно и в независимом режиме эксплуатации. Особенностью эксплуатации станочного оборудования современных роботизированных технологических комплексов является отсутствие конвейеров, что существенно позволяет упростить конструкцию, увеличить надежность РТК и предоставляет возможности свободного встраивания любых промышленных модулей в производственную систему машиностроительной отрасли.

Парк современных роботизированных технологических комплексов, применяемых в машиностроении, разнообразен и его особенности определены многими условиями. В автомобильном машиностроении промышленные роботы получили широкое распространение для автоматизации процессов нанесения защитных покрытий на изделия с использованием краскораспылителей, при процессах сборки узлов и законченных изделий, обслуживании литейных, кузнечных и гальванических технологических машин. Существенным новообразованием в эксплуатации РТК является использование транспортных роботов, предназначенных для автоматизации транспортных операций. В современной робототехнике и машиностроении процессы совершенствования и модернизации роботов происходят в направлениях улучшения их технических характеристик и повышения эффективности. В функциях промышленных роботов заложено использование информационных систем очувствления, позволяющее выполнение дополнительных операций на основе обеспечения получения изображения производственной сцены, анализа, обработки с помощью микропроцессоров и передачи результатов измерений управляющему устройству ПР.

Анализ научно-технической литературы показал, что наиболее перспективными областями внедрения чувствительных промышленных роботов 3-го поколения в машиностроительной промышленности для решения поставленной задачи и уточнения алгоритма ее выполнения являются: механическая сборка, электродуговая и газовая сварка, кислородная резка, абразивная зачистка и шлифовка, окраска распылением, установка и съем деталей с конвейера, разбор деталей из навала и сортировка изделий с помощью манипуляторов, оснащенных измерительной аппаратурой [2]. Манипулятор адаптивного робота чаще всего представляет собой сложный многозвенный механизм с антропоморфной кинематикой. Так, в состав одного из наиболее распространенных в настоящее время промышленных роботов «Рита» фирмы «Юнимейшн» (США) входит 6- или 5-степенной антропоморфный манипулятор, оснащенный электромеханическими сервоприводами. Каждая степень подвижности управляется двигателем постоянного тока, оснащена потенциометрами обратной связи и кодовыми датчиками. Манипулятор, который входит в состав сборочного робота RS1 фирмы «Ай-би-эм» (IBM, США), также является 6-ступенным. Он оснащен гидроприводами, имеет грузоподъемность – 1,3 кг, скорость перемещения захвата составляет 1 м/с.

В машиностроительном производстве станочное оборудование современных РТК обеспечивает высокий уровень концентрации и процессы совмещений технологических переходов обработки на основе применения станков с ЧПУ, отвечающих этим требованиям и имеющих полностью автоматизированные циклы работы, включая операции по переключению скоростей и подач режимов резания, операции автоматизированных фиксаций изделий и автоматической смены металлорежущих инструментов. Процессы автоматизации контроля в процессе обработки предоставляют технологические возможности выполнения автоматизированных функций подач смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в зону резаний.

Повышение надежности РТК требует обеспечения надежной системы автоматизации операций дроблений, удалений стружки. Перемещения узлов станков: пиноли, задней бабки, ограждений, связанные с функционированием промышленных роботов, оснащены датчиками для фиксации их конечных положений. Станки токарной группы РТК обеспечивают быстрые остановы шпинделей после обработок. Автоматизированный поджим заготовок к базам приспособлений используется при применении патронных станков РТК. Компания SHL (Германия) производит многофункциональные машиностроительные роботизированные комплексы для снятия заусенцев, фрезеровки, зачистки щетками, шлифовальные и полировальные кабины, производственные и погрузочные линии и т. д. Полностью автоматизированные

процессы являются более точными, быстрыми и гораздо более экономичными. Все оборудование разработано и собрано из проверенных компонентов, современной электроники и программного обеспечения. Кроме того, несколько процессов могут быть связаны между собой для достижения большей степени автоматизации.

Автоматизация станков сверлильной и фрезерной групп РТК предусматривает загрузки и выгрузки деталей робокарами при определенных положениях рабочих столов, исключающих возможности контактов захватных устройства или заготовок с режущими кромками инструментов. Для выполнения операций автоматической остановки при незакрепленных или неправильно закрепленных заготовках в технологической оснастке, станочном оборудовании РТК предусмотрено использование блокирующих устройств. Станочное оборудование современных РТК с учетом того, что в условиях мелкосерийного и серийного производства при многостаночной обработке крупных деталей с большим штучным временем обслуживания рекомендуется использовать подвесных роботов, предусматривает применение напольных роботов для эффективной обработки сравнительно мелких деталей с малым временем обработки, не затрудняющих обслуживание станков. Для решения этих задач применение напольных роботов предполагает в своем составе комплекс универсальных роботов, установленных стационарно или на подвижных рельсовых тележках, перемещающихся вдоль станочного оборудования, комплекс подвесных транспортных роботов,двигающихся на монорельсах, и специализированных роботов в составе автоматических линий гальванических покрытий.

Компоновка ПР является важнейшей их характеристикой, производится по критериям компактности, времени обслуживания из условий обеспечения заданного технологического процесса обработки изделия и характеризует следующие признаки: вид системы координат основных движений и ее ориентация; число степеней подвижности и движений; число захватных устройств. Наряду с этими характеристиками ПР являются номинальная грузоподъемность, структурные кинематические схемы, вид управления, геометрические, скоростные и точностные характеристики.

Основные источники экономической эффективности станочного оборудования РТК:

- повышение производительности оборудования, т. е. объема выпускаемой продукции основного технологического оборудования, обслуживаемого роботом, или повышение производительности труда на операциях, выполняемых промышленным роботом;
- увеличение производительности труда в результате замены ручного труда на вспомогательных, транспортных операциях и основных технологических операциях;
- повышение коэффициента сменности оборудования без увеличения численности рабочих;
- увеличение ритмичности производства;
- уменьшение потерь, связанных с субъективными особенностями человека (постоянство режима работы в течение смены);
- снижение процента брака и повышение стабильности качества продукции;
- уменьшение размеров оборотных средств в незавершенном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шурков, В. Н. Основы автоматизации производства и промышленные роботы : учеб. пособие / В. Н. Шурков. – М. : Мир, 2015. – 240 с.
2. Скотт, П. Промышленные роботы – переворот в производстве / П. Скотт. – М. : Машиностроение, 2016. – 303 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

И. Р. Ящук, С. Б. Паньков

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Научный руководитель А. В. Литвин

С развитием технологий возникает необходимость в проектировании новых, более адаптированных и универсальных узлов производства, особенно в машиностроительной отрасли, и появляются новые вызовы по оптимизации методологии поиска технических решений (ТР) синтеза новейших, более эффективных и гибких функциональных узлов конструктивного оснащения.

Поиск новых технических решений при проектировании функциональных узлов нужно начинать с построения иерархической модели и связи функций, после чего выделить функциональные компоненты и провести анализ выполняемых ими функций. Поскольку целью является выполнение главной полезной функции, то функциональные компоненты нужно выделять по отношению их к ней.

Одним из путей решения задачи синтеза новых конструкций становится воплощение прогрессивных методов поиска новых ТР на ранних стадиях технологической подготовки производства. Решение любой задачи начинается с ее осмысления и формирования технического задания – первого и обязательного этапа проектирования.

В машиностроении этот этап иногда называют внешним проектированием. Этим подчеркивают, что разработка объекта уже начинается с постановки задачи (технических требований) и формирования технического задания. Важным результатом этапа является согласование целей разработки и назначения проектируемого объекта (его функций), системы показателей качества и т. п. Следующие этапы образуют внутреннее проектирование и нацелены на поиск решения задачи разработчиком. Сюда входят этапы синтеза принципа действия, структуры и параметров проектируемого объекта (рис. 1).

Эффективность проектируемого объекта определяется, в первую очередь, избранным принципом действия, во вторую – предложенной структурой и в третью – соотношением параметров.

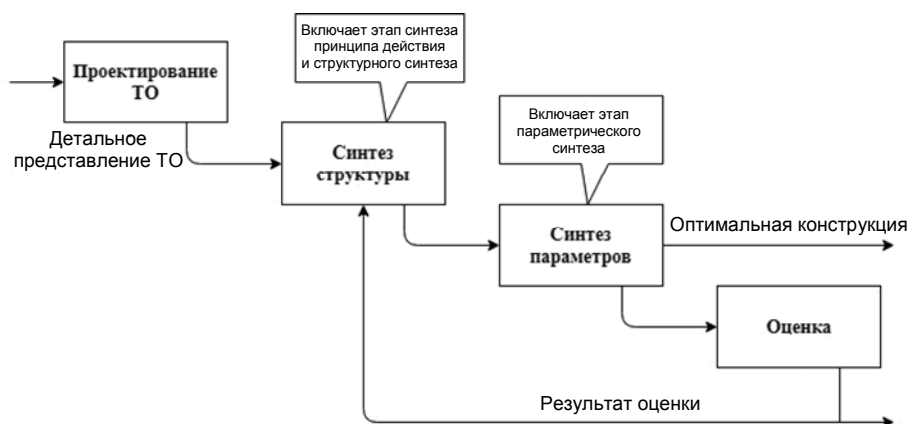


Рис. 1. Функциональная схема этапа синтеза

Проектирование новых объектов осуществляется на основе эвристических (морфологического анализа, конструирования, мозговой атаки, контрольных вопросов, теории решений изобретательской задачи и т. д.), экспериментальных (планирование, машинный, мысленный и т. д.) и формализованных методов (поиска вариантов решений, автоматизации процедур проектирования, оптимального проектирования и др.).

Для синтеза оптимальных структур функциональных узлов наиболее адаптированы и применимы морфологические методы исследования.

Построение иерархии начинается с определения цели (главной полезной функции), промежуточных уровней (аспекты цели, критерии и т. д.), а также альтернатив (самый низкий уровень иерархии). В процессе синтеза генерируется множество возможных вариантов исполнения частей структуры усовершенствованной системы, т. е. генерируется множество альтернатив для каждого иерархического уровня.

Подбор критериев осуществляется по функциональным, структурным и другим сходствам, которые можно разделить на четыре группы:

- 1) функциональные (характеризующие важнейшие показатели реализации функций функциональных узлов);
- 2) технические (связанные с возможностью и простотой изготовления);
- 3) экономические (определяющие экономическую целесообразность реализации функций функциональных узлов).

Процедуры, основанные на морфологическом исследовании, позволяют целенаправленно, планомерно закладывать в морфологические таблицы (см. таблицу) большое множество всевозможных вариантов реализации систем (включая неизвестные), из которых синтезируется большое количество вариантов реализации [1].

Типичный вид морфологической таблицы

| Функция подсистемы (элемент), Φ_n | Альтернатива для реализации, A_{nk} | Количество вариантов реализации, K_n |
|--|---------------------------------------|--|
| Φ_1 | $A_{11} A_{12} A_{13} \dots A_{1k1}$ | K_{1k} |
| Φ_2 | $A_{21} A_{22} A_{23} \dots A_{2k2}$ | K_{2k} |
| ... | ... | ... |
| Φ_n | $A_{n1} A_{n2} A_{n3} \dots A_{nk_n}$ | K_{nk} |
| ... | ... | ... |
| Φ_j | $A_{j1} A_{j2} A_{j3} \dots A_{jk_j}$ | K_{jk} |

Чтобы получить общее количество различных вариантов реализации системы, представленной в морфологической матрице, необходимо определить декартово произведение множеств альтернатив каждой строки морфологической таблицы [2].

$$N = \prod_{i=1}^j k_i = k_1 k_2 \dots k_n \dots k_j, \quad (1)$$

где k_n – число альтернатив для реализации n -й функции или общей подсистемы; j – число всех функций.

Морфологическое множество является областью поиска в пространстве размерностью j . Каждый вариант реализации системы получается путем фиксации по одной альтернативе в каждой строке морфологической матрицы, который в общем виде записывается следующим образом:

$$R_j = \{A_{1f}, A_{2t}, \dots, A_{nm}, \dots, A_{jr}\}, \quad (2)$$

где $f = \overline{1, K_1}$; $t = \overline{1, K_2}$; $m = \overline{1, K_n}$; $r = \overline{1, K_j}$.

Каждый синтезированный вариант реализации ТР отличается от другого хотя бы одной альтернативой A_{nm} .

В процессе синтеза генерируется множество возможных вариантов исполнения частей структуры усовершенствованной системы, т. е. генерируется множество альтернатив.

Для оптимизации работы по уменьшению выборки альтернатив и выбора более подходящих вариантов конструкций функциональных единиц оснащения предлагается алгоритм (рис. 2) на основе морфологического подхода с использованием системного анализа и элементов машинного обучения.

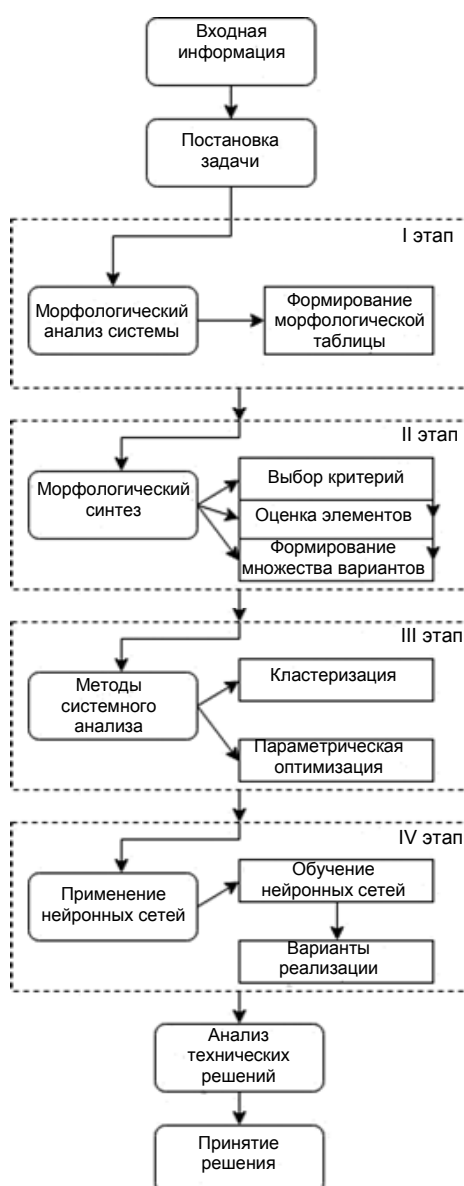


Рис. 2. Предложенный алгоритм поиска ТР

На сегодняшний день внедрение новых технологий в различных отраслях не обходится без применения машинного обучения. В большинстве исследований при детальном рассмотрении можно найти классические постановки задач для нейронных сетей. В настоящее время наиболее распространено применение нейронных сетей, которое состоит из задач распознавания образов, оптимизации, прогнозирования и т. п. Практическое применение нейронных сетей связано с решением задач во многих сферах [3].

Поэтому использование НМ для оптимизации процесса синтеза новых технических решений в машиностроении является весьма актуальным заданием, расширяя технический уровень разработанных функциональных узлов, сокращая при этом время их проектирования, что, в свою очередь, позволит внести в ТР алгоритмические расчеты с элементами составляющих интуиции и опыта.

Литература

1. Ящук, И. Р. Синтез компоновок зажимных патронов эвристическими методами с использованием нейронных сетей / И. Р. Ящук, С. Б. Паньков, А. В. Литвин // Современные проблемы машиноведения (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому) : материалы XII междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания Сухой» ОКБ «Сухого». – Гомель, 2018. – С. 40–42.
2. Андрейчиков, А. В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций : учеб. пособие для вузов / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – 2013. – 304 с.
3. Литвин, О. В. Аналіз передумов застосування нейронних мереж при синтезі конструкцій в машинобудуванні / О. В. Литвин, І. Р. Ящук, С. Б. Паньков // Наукові нотатки. – 2018. – № 64. – С. 92–99.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА СКВАЖИН НА ИСТОЩЕННЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В ПОДЗЕМНЫЕ ХРАНИЛИЩА ГАЗА

Д. А. Аксенов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. С. Асадчев

В результате длительной эксплуатации нефтяных месторождений доля извлекаемых запасов в них неминуемо снижается, а затраты по добыче нефти увеличиваются, вплоть до достижения значения нерентабельности. Одним из методов решения вопроса эксплуатации нерентабельных нефтяных месторождений может стать перевод их в разряд подземных хранилищ газа (ПХГ).

Подземное хранилище газа – это комплекс инженерно-технических сооружений: в пластах-коллекторах геологических структур, горных выработках, а также в выработках-емкостях, предназначенных для закачки, хранения и последующего отбора газа, который включает участок недр, ограниченный горным отводом, фонд скважин различного назначения, системы сбора и подготовки газа, компрессорного цеха [1].

Основной активный объем ПХГ в мире [2] находится в истощенных месторождениях нефти и газа – 81,6 %; на втором месте находятся водоносные горизонты – 14,5 %; на третьем месте – соляные каверны – 3,9 %, и совсем незначительную долю (0,02 %) занимают выработанные шахты (рис. 1).

Для сооружения ПХГ будут использоваться уже эксплуатировавшиеся нефтяные скважины, выведенные из действующего фонда истощенного месторождения.

В связи с этим необходимо изучить техническое состояние скважин истощенного месторождения с целью оценки возможности их использования в качестве ПХГ.

Изучение технического состояния осуществляется методами радиометрии, термометрии, акустической цементометрии.

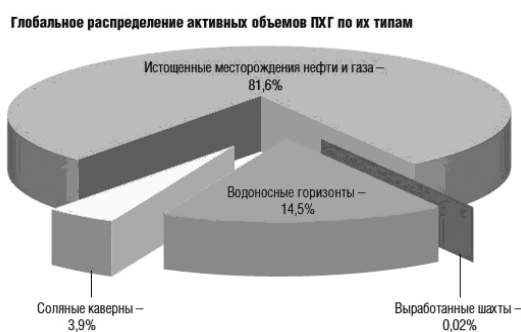


Рис. 1. Распределение ПХГ по типам активных объемов

При контроле технического состояния скважины производятся и решаются следующие задачи:

- определение качества цементирования и состояния цементного камня во времени;
- установление местоположения муфтовых соединений колонны, участков перфорации, толщины и внутреннего диаметра обсадных колонн;
- выявление дефектов в обсадных и насосно-компрессорных трубах (отверстия, трещины, вмятины);
- определение мест притока или поглощения и интервалов затрубной циркуляции жидкости;
- контроль за установкой глубинного оборудования.

Методы контроля технического состояния нефтяных скважин подразделяются на следующие группы [3]:

- 1) методы определения геометрии ствола (инклинометрия, профилометрия, кавернометрия);
- 2) акустические методы изучения преломленных (АКЦ, ВАК), либо отраженных (САТ) ультразвуковых волн;
- 3) пассивная акустика (шумометрия);
- 4) электромагнитные методы (ЛМ, ЭМДС);
- 5) радиоактивные методы (гамма-гамма толщинометрия, гамма-гамма цементометрия);
- 6) другие методы.

При выборе возможных скважин для перевода их эксплуатации в качестве ПХГ необходимо опираться на отличительные особенности выбора истощенного месторождения для последующей эксплуатации ПХГ[4]:

- глубина залегания пласта-коллектора – до 2000 м, в отдельных случаях возможно создание хранилищ на глубине до 4000 м;
- начальные коэффициенты аномальности пластовых давлений – от 0,2 до 1,2;

- коэффициент аномальности максимальных давлений в хранилищах следует определять в зависимости от геологических условий структуры ПХГ;
 - пластовые температуры в объектах хранения и по стволу скважин обычно составляют 8–35 °С и в отдельных случаях могут достигать 80–90 °С;
 - устьевые температуры при отборе и закачке газа колеблются в пределах 4–75 °С;
 - дебиты скважин изменяются от 20 до 1500 тыс. м³/сут.;
 - устьевые давления при отборе и закачке газа колеблются в пределах от 1,5–2,0 до 18,0 МПа;
 - строительство скважин проводится в различных геологических условиях, в том числе при наличии в разрезе зон с осложнениями (поглощениями, газопроявлениями, коррозионно-опасными зонами и др.) и питьевых водоносных горизонтов;
 - терригенные пласты-коллекторы склонны к разрушению даже при незначительных депрессиях;
 - конструкция скважин должна обеспечивать пакерную схему эксплуатации;
 - современное состояние методов борьбы с гидратообразованием, солеобразованием, разрушением пласта и фильтра, износом НКТ и устьевого оборудования определяет необходимость периодического проведения капитальных ремонтов скважин.
- Особые, отличные от стандартных, повышенные требования к скважинам, подлежащим использованию в качестве ПХГ, вызваны необходимостью:
- обеспечения долговременной службы скважины в связи с продолжительной эксплуатацией ПХГ;
 - принятия дополнительных мер безопасности по предупреждению неконтролируемого выхода газа из скважин на дневную поверхность, загрязнения подземных источников водоснабжения и воздушного бассейна в связи с расположением объектов ПХГ обычно вблизи крупных городов и густонаселенных районов;
 - учета многократных и значительных изменений давления и температуры в стволе и призабойной зоне скважин в зависимости от режимов эксплуатации, сезонного чередования закачки и отбора газа, а также изменения технологических параметров работы скважины;
 - обеспечение сохранения естественной проницаемости пород в призабойной зоне скважин при вскрытии пласта, освоении скважин в условиях изменений (резких) пластового давления в течение годового цикла работы ПХГ.

Литература

1. История организации подземного хранения газа в СССР – России / Р. О. Самсонов [и др.] // Георесурсы. – 2010. – № 4 (36). – С. 2–8.
2. Брагинский, О. Б. Нефтегазовый комплекс мира / О. Б. Брагинский. – М. : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2006.
3. Физика пласта, добыча и подземное хранение газа / О. М. Ермилов [и др.]. – М. : Наука, 1996. – 541 с.
4. Меркулов, В. П. Геофизические исследования скважин / В. П. Меркулов. – Т. : Изд-во ТПУ, 2008. – 139 с.

Секция II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ SiO₂-КСЕРОГЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ВОССТАНОВЛЕННУЮ МЕДЬ

М. Ф. С. Х. Аль-Камали

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. А. Алексеенко

Исследование в области морфологии структуры поверхности SiO₂-ксерогелей, содержащих восстановленные металлы, проводилось с использованием растрового электронного микроскопа модели VEGA II LSH (рис. 1).

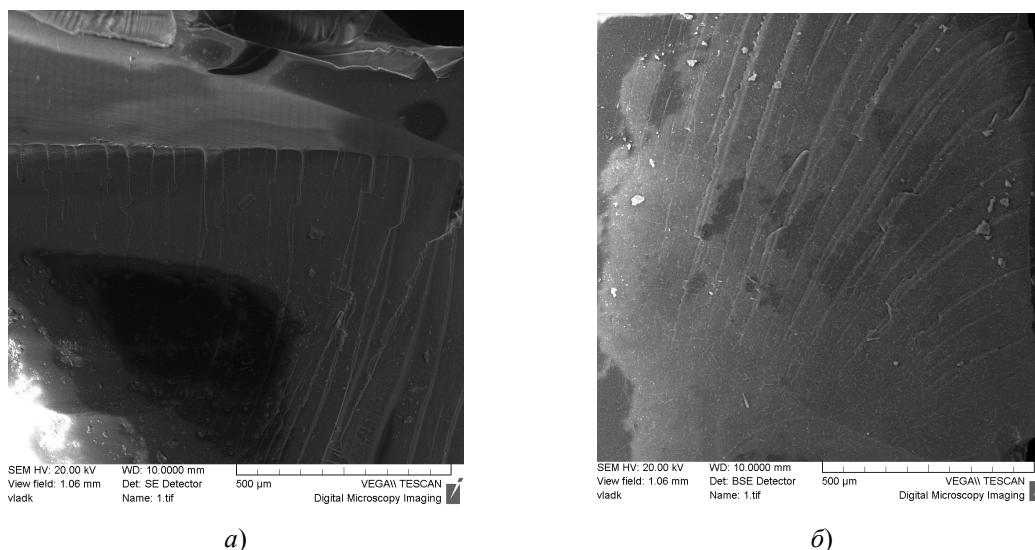


Рис. 1. РЭМ-изображения поверхности ксерогелей, сформированных на основе водной дисперсии аэросила А-300 и нитрата меди концентрацией 0,3 ммоль / 30 мл золя и 0,5 ммоль / 30 мл золя (микрофотографии (а) и (б), соответственно). Все ксерогели прошли восстановительную обработку в среде водорода при $T = 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1 ч)

Из рис. 1 видно, что для внутреннего скола ксерогеля наблюдается неоднородность распределения восстановленной меди по объему сформировавшихся образцов (микрофотографии (а) и (б) соответственно). Такая зависимость обусловлена, вероятно, перераспределением концентрации соли-допанта при сушке влажного ксерогеля. То есть более влажные внутренние области сорбируют на себя часть соли из внешних приповерхностных сухих областей за счет механизмов растворения и гидратации. Решение этой проблемы может быть осуществлено через дробление еще влажного геля до состояния микрочастиц (например, по механизму взрывного термоудара), а затем уже сушки получившегося гранулята до состояния сухого ксерогеля. Необходимо отметить, что после процедуры термообработки в водороде (800°C , 1 ч) ксерогель необходимо насытить инертным газом (аргоном), параллельно проводя

процедуру его инерционного остывания в реакторе до комнатной температуры. После этого подготовленные образцы ксерогелей следует сразу же поместить в герметичные контейнеры, исключающие доступ воздуха. В противном случае из-за высокой реакционной способности наночастиц и атомов восстановленной меди, распределенных как в порах, так и на поверхности ксерогельной заготовки, происходит их частичное окисление, а также образование гидратных соединений (за счет сорбции паров воды из воздушной среды).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ УЛУЧШАЕМЫХ СТАЛЕЙ 40X И 42CRMoS4

Е. П. Поздняков, А. В. Астрейко, Е. А. Парецкая

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. В. Радионов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Республика Беларусь

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. В условиях усталостного изнашивания деталей машин и инструмента одним из основных параметров является износостойкость контактирующих материалов. Согласно ГОСТ 27674–88 износостойкость – это способность материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения. В отношении сталей основным параметром повышения износостойкости является твердость, которая повышается с увеличением углерода в ней. При выборе высокоуглеродистых инструментальных сталей для изготовления деталей машин и инструмента, работающих в условиях воздействия пульсирующих нагрузок, необходимо учитывать их пониженную технологическую обрабатываемость и дороговизну. Немаловажным фактором является низкая вязкость сердцевины, провоцирующая распространение трещин в более глубокие слои материала. Одним из возможных путей решения является применение улучшаемых сталей с поверхностным упрочнением [1].

Целью работы является получение сравнительных графиков износа конструкционных среднеуглеродистых сталей 40X и 42CrMoS4 с термодиффузионно-упрочненным слоем.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись термодиффузионно-упрочненные слои сталей 40X и 42CrMoS4. Диффузионное насыщение поверхности образцов осуществлялось путем цементации при температуре 920 °С в течение 8 ч в древесно-угольном карбюризаторе с добавлением карбоната бария BaCO₃. Окончательная термическая обработка заключалась в проведении закалки в масле с температуры 860 °С и низкого отпуска при 200 °С в течение 1 ч. Исследования микроструктуры и особенностей разрушения упрочненных слоев проводились на оптическом микроскопе Метам РВ-22. Травление микрошлифов проводилось в 2,5–5%-ном спиртовом растворе азотной кислоты. Распределение твердости и микротвердости термодиффузионных слоев определяли на микротвердомере ПМТ-3 при 0,2 кгс. Интенсивность накопления усталостных повреждений в поверхностном слое инструмента при многократном контактном воздействии на материал исследовали на установке для испытаний на контактную усталость и износ [2]. Установка обеспечивает контактное нагружение торцевой поверхности плоской части образца за счет его

прокатывания по рабочей поверхности подпружиненного дискового контртела. Регистрация значений износа заканчивалась при достижении глубины лунки износа 0,6 мм или 30000 циклов нагружения. Испытания проводились при контактных напряжениях с амплитудой 1300 МПа.

Результаты исследования и их обсуждение. Структура металлической матрицы термоупрочненных науглероженных слоев сталей 40X и 42CrMoS4 представляет собой смесь мартенсита отпуска и остаточный аустенит, в которой присутствуют карбиды. После проведения закалки количество карбидной фазы в слое толщиной 0,2 мм стали 40X снизилось незначительно – с 25 до 23 % (рис. 1, а). В слое стали 42CrMoS4 данный показатель показал более значительное изменение – с 55 до 26 % (рис. 1, б). Окончательная термообработка также повлияла и на величину включений – их размеры уменьшились с 40–50 мкм до 15–20 мкм. Морфологически карбидная фаза разделена на две зоны. Первая зона, распространена на глубину 0,2–0,25 мм. В ней присутствуют преимущественно разрозненные карбиды. У стали 42CrMoS4 карбиды имеют преимущественно округлую форму, в то время как у стали 40X – угловатую (рис. 1). Во второй зоне на глубине более 0,25 мм карбидная фаза представлена в виде цементитной сетки.

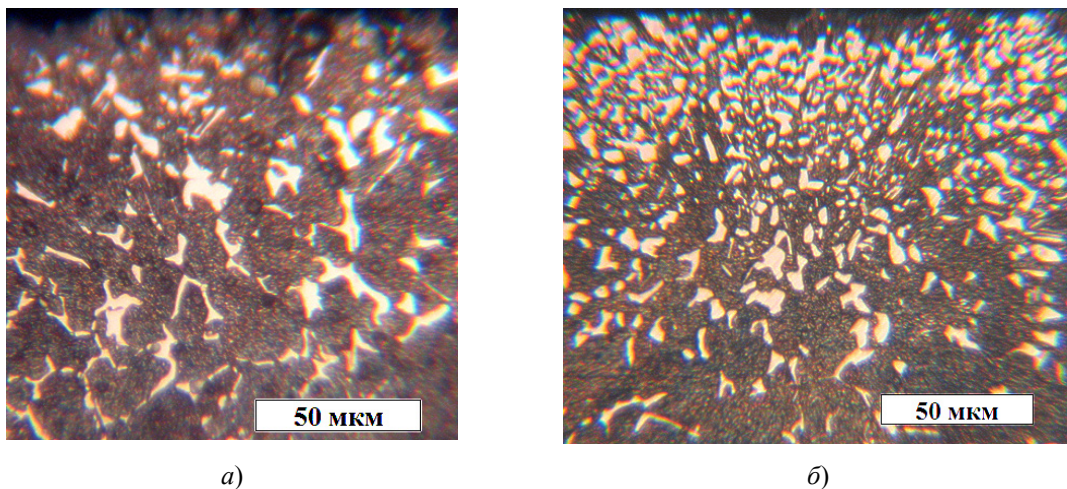


Рис. 1. Структура заэвтектоидной зоны термодиффузионно-упрочненного слоя сталей 40X (а) и 42CrMoS4 (б) после науглероживания в течение 8 ч

Анализ графиков распределения микротвердости по сечению упрочненных слоев показал, что проведение цементации в течение 8 ч формирует близкие по характеристикам термоупрочненные слои на сталях 40X и 42CrMoS4. На поверхности микротвердость составила 8300–8400 МПа, а в сердцевине порядка 6000–6200 МПа. Общая толщина слоев оказалась равной 1,8–2,0 мм.

На рис. 2, б приведены кривые износа сталей 40X и 42CrMoS4 от числа циклов нагружения в условиях воздействия на поверхностный слой материала контактных напряжений амплитудой 1300 МПа. Анализ кривых показал, что их зависимости близки. Отчетливо выделяются два этапа изнашивания. На первом этапе происходит приработка контактирующих поверхностей образцов с контртелом. Интенсивность износа достаточно велика и за первые 1000 циклов нагружения глубина лунки износа достигла 0,13 мм.

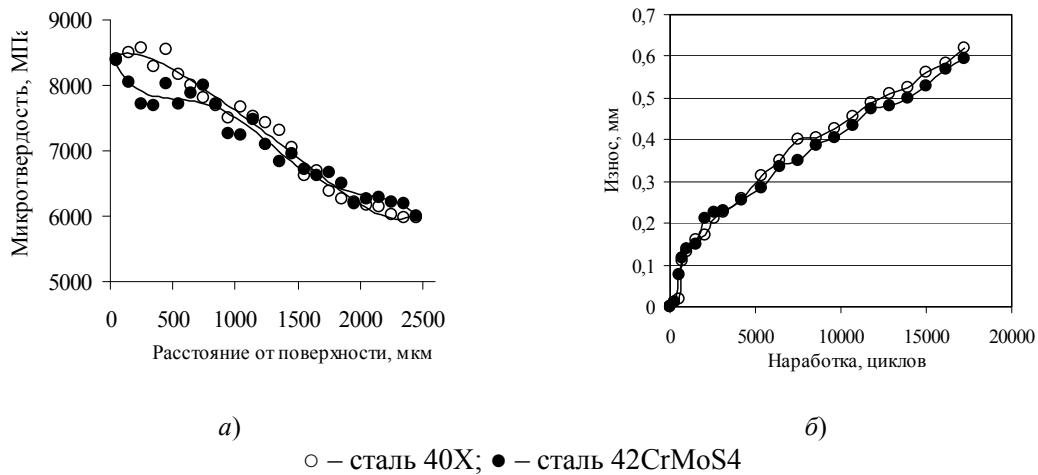


Рис. 2. Распределение микротвердости (а) и зависимости изнашивания от числа циклов нагружения контактными напряжениями с амплитудой 1300 МПа (б) термодиффузионно-упрочненных науглероженных слоев сталей 40X и 42CrMoS4

Второй этап отличается меньшей скоростью износа – прирост глубины лунки износа составляет порядка 0,03 мм на каждые последующие 1000 циклов нагружения. По достижении глубины 0,6 мм наработка составила 17200 циклов. Наблюдаемый интенсивный рост трещин контактной усталости на глубине более 0,2–0,3 мм связан с величиной воздействующих на материал напряжений – 1300 МПа. На данной глубине присутствует карбидная фаза в виде цементитной сетки (рис. 3, а). Именно на границе цементита и мартенсита происходит продвижение трещин контактной усталости, которые достигают критических размеров, формируя питтинги (рис. 3, б и в). Наличие остаточного аустенита в зернах мартенсита мало влияет на продвижение трещин, так как их распространение происходит по межфазной области (рис. 3, в).

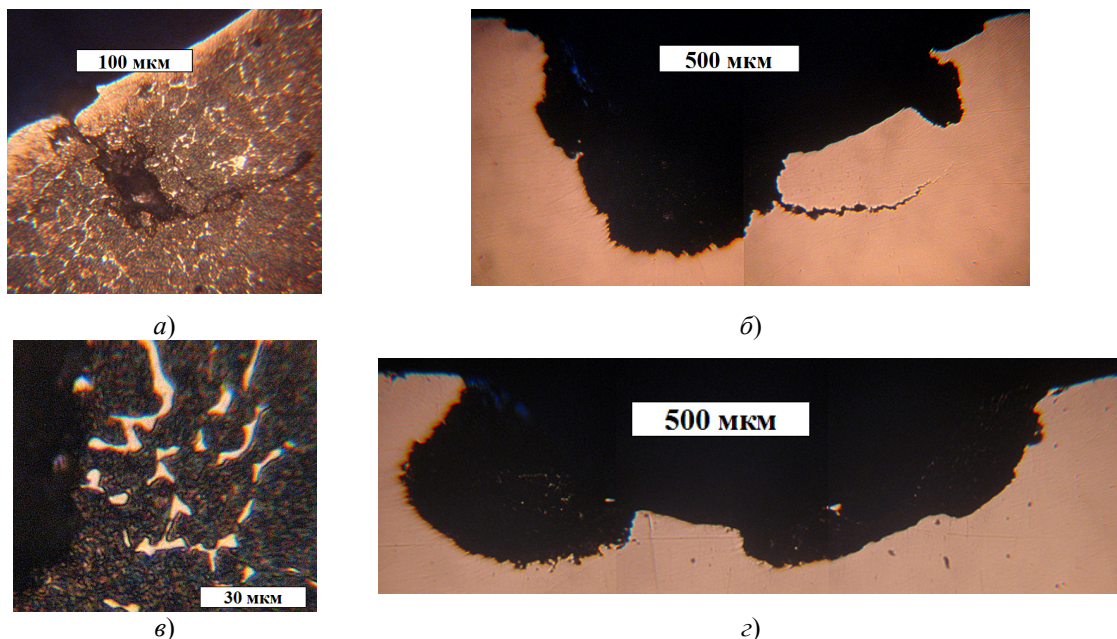


Рис. 3. Особенности разрушения сталей 40X и 42CrMoS4: а, б – сталь 40X; в, з – сталь 42CrMoS4; а, в – 2000 циклов; б, з – более 5000 циклов

Заключение. Изучено структурообразование и износостойкость термоупрочненных науглероженных образцов улучшаемых конструкционных сталей 40X и 42CrMoS4, традиционно не подвергаемых цементации. Установлено, что при 8-часовой цементации в поверхностном термоупрочненном слое толщиной 0,2 мм количество карбидной фазы составляет 23 % для стали 40X и 26 % для стали 42CrMoS4. Определено, что графики распределения микротвердости слоев имеют близкие зависимости. Микротвердость поверхности слоев на обеих сталях составила 8300–8400 МПа, а сердцевины – 6000–6200 МПа. Общая толщина упрочненных слоев составила 1,8–2,0 мм. Проведенными испытаниями на контактную усталость определено, что зависимости изнашивания исследуемых слоев в условиях воздействия пульсирующих напряжений амплитудой 1300 МПа имеют близкое распределение. Разрушение слоев происходит в два этапа. Первый этап характеризуется интенсивным приростом глубины лунки износа в течение первых 1000 циклов нагружения. На втором этапе интенсивность износа снижается. Данные различия в интенсивности могут характеризоваться разным количеством карбидной фазы. Изнашивание сопровождается возникновением и ростом трещин контактной усталости с последующим образованием питтингов в области контактирующих поверхностей образцов с контртелом.

Литература

1. Степанкин, И. Н. Применение конструкционных сталей с диффузионным упрочнением поверхности для производства мелкогабаритного штампового инструмента / И. Н. Степанкин, Е. П. Поздняков, О. Г. Девойно // Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., Минск, 7–8 апр. 2016 г. / редкол.: В. К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Бизнесофсет, 2016. – С. 142–144.
2. Устройство для испытания на контактную усталость и износ : пат. ВУ 7093 / И. Н. Степанкин, В. М. Кенько, И. А. Панкратов. – Опубл. 28.02.2011.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ПОВОРОТА ПОЛОСЫ В НЕПРИВОДНОМ КАНТУЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИВОДА КЛЕТИ

Д. М. Васильков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Прокатка на непрерывном мелкосортном стане 320 осуществляется в клетях с горизонтальным расположением валков. В связи с этим после осесимметричных калибров необходим продольный поворот полосы на 90 градусов для деформации в последующей клетке. Функцию поворота полосы овальной формы (рис. 1, а) выполняют неприводные кантующие роликовые проводки (НКРП), расположенные после деформирующей клетки на расстоянии L_0 от оси валков. Требуемый угол поворота раската зависит также от расстояния до последующей клетки L , положения вводной проводки L_1 и угла поворота раската в сечении оси кантующих роликов φ (рис. 1, б).

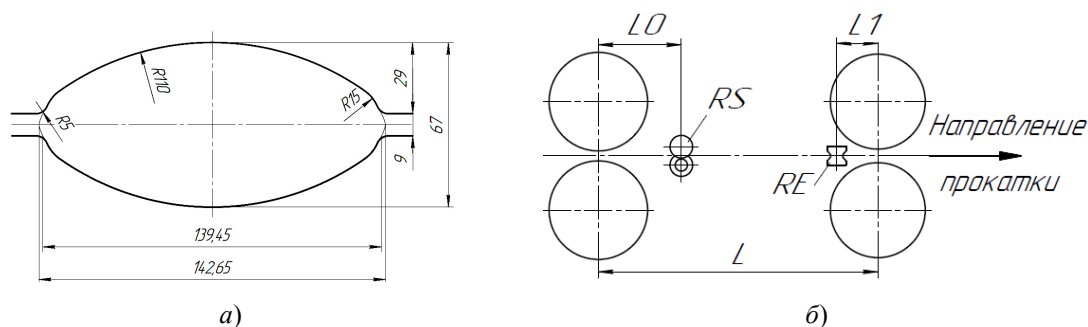


Рис. 1. Схема кантовки полосы после № 1–3:
 а – калибр клетки № 3; б – схема установки провадок

Пластическое скручивание раската в НКРП осуществляется за счет энергии привода клетки. Исследования различных авторов показали, что дополнительная нагрузка от кантовки может достигать до 30–40 % от мощности пластической деформации в клетке [1]. Однако при расчете энергосиловых параметров прокатки в учебных и производственных методиках дополнительная нагрузка от кантовки на привод клетки не учитывается [2]. Это может привести к неадекватности рассчитанных калибровок и повышенному износу или разрушению тяжело нагруженных узлов прокатных клетей.

В работе рассмотрен процесс кантования полосы после клетки № 3 черновой группы стана 320. Режим прокатки в ней характеризуется температурой, при которой рекристаллизация полностью протекает во время деформации или в межклетьевом промежутке. Это происходит за счет малой скорости деформации. При таких условиях прокатки металл считается идеально пластичным и для определения усилия, момента и мощности кручения полосы в НКРП можно применить аналогию А. Надаи [3].

Методика расчета момента пластического кручения полосы подробно описана в работе И. С. Тришевского [4]. Схема и расчет момента кручения, усилий, действующих на кантующие ролики для НКРП аналогичной конструкции, применяемой в клетке № 3, представлены в работе [5]. Однако методики, позволяющей с достаточной достоверностью определить влияние процесса кантовки на нагрузку привода клетки, в литературе не описано. Это объясняется сложным пространственным взаимодействием силовых и кинематических факторов в очаге деформации клетки, в плоскости кантования и напряженно-деформированным состоянием металла полосы в промежутке между клетью и кантующим устройством.

Для определения влияния процесса кантовки был выполнен численный эксперимент методом конечных элементов процесса прокатки в клетке № 3 в соответствии с параметрами технологического процесса стана 320 ОАО «БМЗ» для роликовой кантующей проводки конструкции RS-15, характеристики которой представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики роликовой кантующей проводки RTS 15

| Диаметр ролика, мм | | Ширина ролика, мм | Угол конуса ролика | Зазор между роликами, мм | |
|--------------------|-----|-------------------|--------------------|--------------------------|-------|
| max | min | | | max | min |
| 300 | 133 | 110 | 47,5° | 88,88 | 62,04 |

Проводка устанавливается на проводковом столе с выходной стороны клетки № 3 на расстоянии от оси валков клетки $L_0 = 620$ мм. Расстояние между осями валков клеток № 3 и 4: $L = 2600$ мм. Состояние металла раската по технологическому процессу прокатки представлено в табл. 2.

Таблица 2

Основные энергосиловые и деформационные параметры работы стана для клетки № 3

| Площадь сечения раската, мм ² | Температура полосы, °С | Размеры кантуемого сечения Н × В, мм | Скорость движения полосы, м/с | Сопротивление деформации, МПа |
|--|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 7490 | 1118 | 67 x 138 | 0,790 | 105,54 |

Моделирование проводилось в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм. Настройки кинематики и геометрии валков – в соответствии с телеметрией стана 320 и геометрией действующего калибра (табл. 3).

Таблица 3

Исходные для расчета параметров процесса прокатки в клетки № 3

| Технологические параметры | Клеть № 3 |
|--|-----------|
| Диаметр валков $D_{в}$, мм | 560 |
| Катающий диаметр валков $D_{к}$, мм | 515 |
| Относительное обжатие полосы ε_h , % | 25 |
| Частота вращения валков n , об/мин | 31,054 |

По результатам численного эксперимента анализировались величина и динамика силовой нагрузки на привод валков (табл. 4) на следующих характерных участках прокатки: в установившемся режиме прокатки клетки № 3 до начала процесса скручивания полосы в кантующем устройстве (M_y); во время начала поворота полосы на конусах роликов ($M_{к.маx}$); в установившемся режиме прокатки клетки № 3 после процесса поворота полосы в кантующем устройстве ($M_{к.у}$).

Моменты, действующие на валки при кантовке в клетке № 3 стана 320

| Момент прокатки на валках в установившемся режиме без кантовки M_y , кН · м | Максимальный момент прокатки на валках с кантовкой $M_{к.мах}$, кН · м | Момент прокатки на валках с кантовкой в установившемся режиме $M_{к.у}$, кН · м |
|---|---|--|
| 40,5 | 53,5 | 44,3 |

По графику моментов на валках клетки (рис. 2) видна динамика и величина дополнительной нагрузки на привод клетки от процесса кантовки. В пиковом значении, при входе в ролики, момент увеличивается на 32 %. В установившемся режиме стабильно увеличивает нагрузку на 9–10 %.

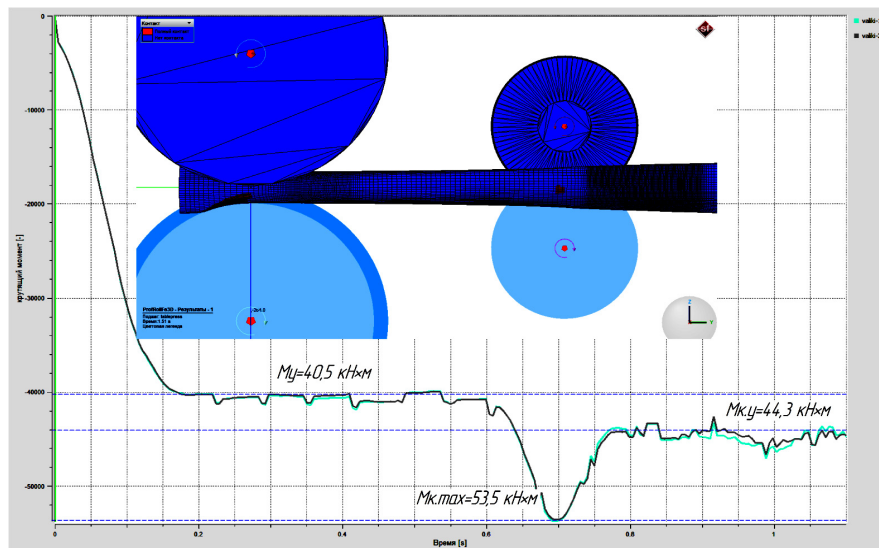


Рис. 2. Моменты, действующие на валки при кантовке в клетке № 3 стана 320

Выводы по определению энергосиловых параметров процесса прокатки в клетке № 3 стана 320 с кантовкой:

- момент прокатки в установившемся режиме до кантовки составил $M_y = 40,5$ кН · м;
- максимальный момент прокатки во время кантовки составил $M_{к.мах} = 53,5$ кН · м, что на 32,1 % больше базового значения M_y ;
- момент прокатки на валках с кантовкой в установившемся режиме составил $M_{к.у} = 44,3$ кН · м, что на 9,43 % больше базового значения M_y ;
- кантовка существенно увеличивает нагрузку на привод и при расчете момента прокатки в клетке № 3 необходимо вводить поправочный коэффициент влияния кантовки: $k_k = 1,1$;
- при кантовке в клетке № 3 пиковая кратковременная нагрузка на привод составляет 32,1 % – это необходимо учитывать при выборе режимов обжатия для предотвращения останова клетки.

Литература

1. Фастыковский, А. Р. Основы конструирования и безаварийной работы валковой арматуры сортовых станов : учеб. пособие / А. Р. Фастыковский, А. Н. Савельев. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. – 170 с.
2. Бобарикин, Ю. Л. Практическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Прокатка и волочение» по теме «Калибровка прокатных валков» / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 1997. – 68 с.
3. Надаи, А. Пластичность и разрушение твердых тел : в 2 т. / А. Надаи ; под ред. Г. С. Шапиро. – М. : Иностран. лит., 1954. – 647 с.
4. Тришевский, И. С. Проводки прокатных станов / И. С. Тришевский. – М. : Metallurgizdat, 1957. – 283 с.
5. Оншин, Н. В. Определение усилий, возникающих в роликах кантующей валковой арматуры RTS сортового стана 170 ОАО «ММК» при скручивании полос / Н. В. Оншин, Н. Ш. Тютряков, В. С. Пантелеев // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2013. – № 19. – С. 41–45.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КАНТУЮЩЕЙ ПРОВОДКИ КЛЕТИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ

Д. М. Васильков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Объектом исследования в работе является неприводная кантующая выводная проводка RTS-15 клетки № 3 черновой группы мелкосортного стана 320.

Инструментом поворота служат конические ролики, установленные на эксцентриковых валах. Угол кантовки регулируется изменением расстояния между конусами роликов путем одновременного поворота валов червячным винтом [1]. На концах валов установлены червячные колеса (рис. 1).

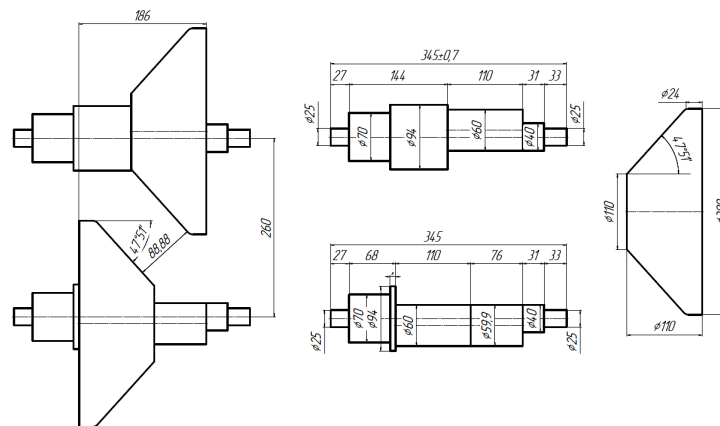


Рис. 1. Конструкция кантующей проводки клетки № 3 RTS-15

Характерными проблемами пластического скручивания полосы в неприводном кантующем устройстве являются [2]:

– кантовка определяет общую геометрию для калибров валков и для роликов кантующей коробки;

- кантовка приводит к неравномерному износу калибра за счет кручения полосы и скольжения по дну калибра;
- быстрый неравномерный износ калибра вызывает изменение геометрической формы прокатываемой полосы;
- увеличивается число переточек и глубина съема металла при переточке, что приводит к снижению ресурса прокатных валков.

Для определения возможности улучшения конструкции кантующего устройства были выполнены два численных эксперимента методом конечных элементов в соответствии с параметрами технологического процесса прокатки в клети № 3 стана 320 ОАО «БМЗ»:

- для роликовой кантующей проводки базовой конструкции RTS-15 (рис. 2, а);
- для усовершенствованной конструкции (рис. 2, б).

Моделирование проводилось в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм. Настройки кинематики и геометрии валков – в соответствии с телеметрией стана 320 и геометрией действующего калибра. Проводка устанавливается на проводковом столе с выходной стороны клети № 3 в соответствии с картой установок проводок стана 320.



Рис. 2. Кантующая проводка клети № 3 RTS-15: а – базовой конструкции; б – с установкой во входном мундштуке кантующих клиньев

По результатам численного эксперимента анализировалась величина (см. таблицу) и динамика (рис. 3) силовой нагрузки на кантующие ролики на следующих характерных участках прокатки: во время начала поворота полосы на конусах роликов (F_{\max}); в установившемся режиме прокатки клети № 3 после процесса поворота полосы в кантующем устройстве ($F_{\text{уст}}$).

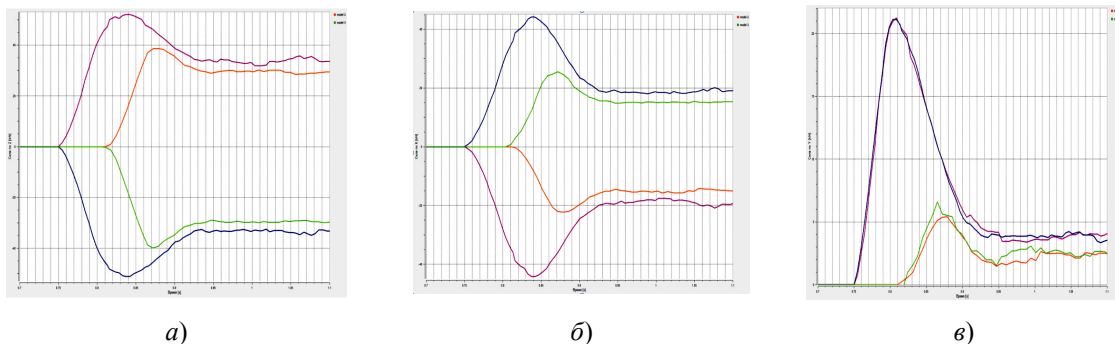


Рис. 3. Усилия, действующие на ролики кантующей проводки RTS-15: а – в вертикальной плоскости (F_y); б – в поперечном направлении (F_z); в – в осевом направлении (F_x)

Усилия, действующие на ролики RTS-15 при кантовке в клети № 3 стана 320

| Эксперимент | $P_{y(\max/\text{уст})}$, кН | $P_{z(\max/\text{уст})}$, кН | $P_{x(\max/\text{уст})}$, кН |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Конические ролики (базовая модель) | 52/33 | 45/18 | 22/4 |
| С клиньями | 39/29,5 | 23,6/14,9 | 5,5/2,7 |

Выводы по выполненным численным экспериментам с кантовкой прокатки в клети № 3 стана 320 для RTS-15 базового и усовершенствованного варианта:

– предложена и проверена численным экспериментом усовершенствованная конструкция кантующей проводки, существенно снижающая нагрузку на ролики, что позволит увеличить их ресурс эксплуатации;

– для усовершенствованной конструкции пиковые нагрузки, действующий на ролики, в три раза короче и в разы меньше по величине;

– для усовершенствованной конструкции в установившемся режиме силовое воздействие на ролики также снижается до 10 %.

Литература

1. Тришевский, И. С. Проводки прокатных станов / И. С. Тришевский. – М. : Металлургиздат, 1957. – 283 с.
2. Фастыковский, А. Р. Основы конструирования и безаварийной работы валковой арматуры сортовых станов : учеб. пособие / А. Р. Фастыковский, А. Н. Савельев. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. – 170 с.

КЕРАМИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$

Н. Е. Дробышевская, В. Н. Шиленкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. В. Давыдова

Введение. Оксидные люминофоры в последнее десятилетие привлекают повышенное внимание ученых и разработчиков оптических и оптоэлектронных приборов различных классов и назначений. Промышленностью выпускаются в основном, люминесцентные порошки микрометрового размера частиц. Наноразмерный $Y_2O_3:Eu^{3+}$ представляет значительный интерес для применения в полевых эмиссионных дисплеях, скрытой цветной печати, а также для формирования прозрачной лазерной керамики [1]. В работе [2] установлено, что солегирование $Y_2O_3:Eu$ ионами Zn и прокаливание образцов при температурах от 1000 до 1200 °С повышает интенсивность люминесценции в несколько раз.

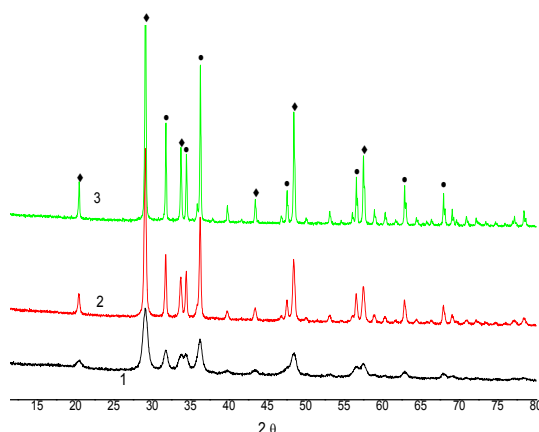


Рис. 1. Дифрактограммы смешанной кристаллической фазы оксида иттрия (♦) и фазы оксида цинка (●) при различных температурах прокаливания: 1 – 700 °С; 2 – 900 °С; 3 – 1100 °С

Экспериментальная часть. Получение наноструктурированных порошков оксида иттрия-цинка, легированного ионами европия $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$ на основе модифицированной цинком матрицы Y_2O_3 (красные люминофоры, возбуждаемые на длине волны 460 нм) осуществляли методом термохимических реакций (горения) в условиях окисления-восстановления азотнокислых солей иттрия, цинка и европия в присутствии сахарозы в качестве горючего. Концентрация модифицирующего оксида цинка составляла 30 мас. % и была выбрана исходя из предварительных экспериментов (при меньшей концентрации оксида цинка красная люминесценция в системе Y_2O_3-ZnO возбуждается только на длине волны 250 нм, при большей – интенсивность люминесценции при возбуждении на длине волны 460 нм резко падает). Смешивание ингредиентов проводили в стехиометрическом отношении в растворе сахарозы, далее помещали смесь в выпарительной чашке в сушильный шкаф, нагретый до температуры 170 °С и выдерживали до формирования вспененного твердофазного прекурсора (30 мин), состоящего из гидратированного комплекса соответствующих оксидов и органических остатков. Затем прекурсор извлекали, подвергали размолу и прокаливали на воздухе при температурах 700, 900, 1100 и 1200 °С.

Полученные методом горения наноструктурированные порошки люминофоров на основе оксидной системы $Y_2O_3-ZnO:Eu$ подвергались термической обработке в окислительной среде (воздух) в температурном интервале от 700 до 1200 °С.

Рентгенофазовый анализ подтвердил наличие во всех случаях смеси кристаллических фаз оксида иттрия и оксида цинка в соответствии с данными каталога JCPDS-1996 (карточка № 43-1036 и карточка № 36-1451) (рис. 1).

Анализ спектров люминесценции порошков $Y_2O_3-ZnO:Eu$, проведенный в сравнении с литературными данными [2] при возбуждении на 467,7 нм (синяя область спектра) привел к заключению, что интенсивность излучения порошков в значительной степени зависит от температуры обработки прекурсора. В спектре возбуждения люминесценции имеется три области линий – 390–425 нм, 460–470 нм и 530–545 нм (рис. 2). Наибольшей интенсивностью возбуждения отличается спектральная область 460–470 нм, которая характерна для излучающих светодиодов синего цвета. Основным пиком излучения при облучении образцов на длине волны 467,7 нм является люминесценция на длине волны 611 нм (красная люминесценция), вызванная сверхчувствительным электрическим дипольным переходом ${}^5D_0-{}^7F_2$. Также из рис. 2 сле-

дует, что интенсивность люминесценции основного пика при термической обработке на воздухе от 700 до 1100 °С возрастает в пять раз.

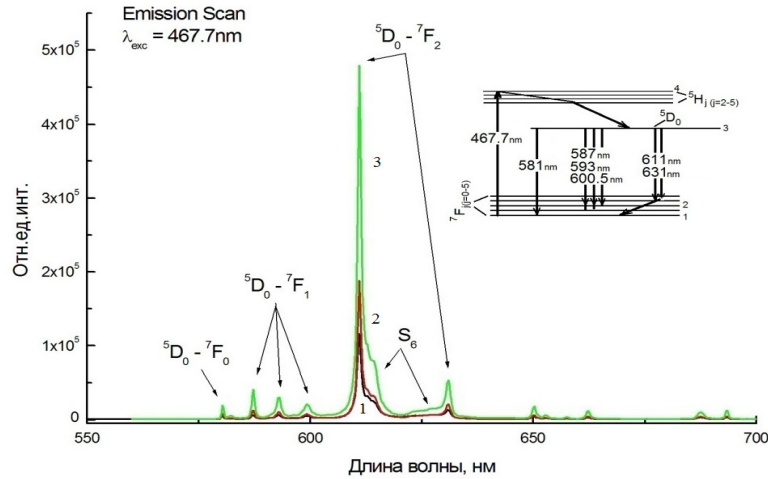


Рис. 2. Спектры люминесценции образцов $Y_2O_3-ZnO:Eu$, полученных прокаливанием прекурсора при различных температурах: 1 – 700 °С; 2 – 900 °С; 3 – 1100 °С

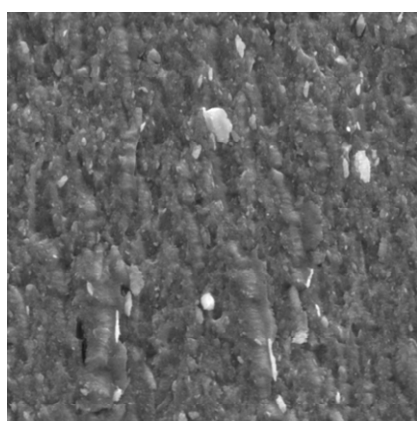
Из анализа спектральных характеристик полученных порошков $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$ можно заключить, что данная система может быть использована для введения в стеклокерамические и полимерные матрицы при создании фотолюминесцентных преобразователей на основе люминофора $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ с возможностью получения теплого белого цвета при облучении светом синего светодиода или матрицы синих чипов, а также для формования высокоплотной люминесцентной керамики методом горячего прессования с эффектом преобразования излучения синего света в красный.

С использованием синтезированных ультрадисперсных порошков $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$ были проведены эксперименты по формированию керамических образцов с применением техники сверхвысоких давлений и горячего прессования ($P = 8$ ГПа, $T = 550$ °С). Керамика оксида иттрия-цинка была сформирована из порошков, полученных методом горения и прокаленных при температурах 700, 900 и 1100 °С на воздухе. При использовании для прессования керамики порошков $Y_2O_3-ZnO:Eu^{3+}$, прокаленных при температуре 700 °С формируется полупрозрачная керамика светло-желтого цвета с размером зерна 2–3 мкм (рис. 3), а при обработке порошков прекурсоров при температурах 900 и 1100 °С керамика получается менее плотная и непрозрачная с размером зерна 5–10 мкм (см. таблицу).

Формирование керамики методом горячего прессования

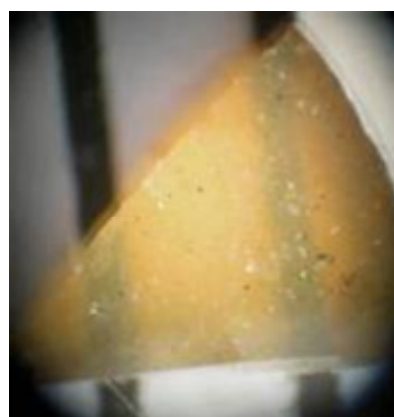
| Номер образца $Y_2O_3-ZnO:Eu$ | $T, ^\circ C$ | Параметры формования керамики | Средний размер зерна, мкм | Результат |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 700 | Давление 8 ГПа, $T = 550$ °С | 1–2 мкм | Полупрозрачная керамика |

| Номер образца Y ₂ O ₃ - ZnO:Eu | T, °C | Параметры формования керамики | Средний размер зерна, мкм | Результат |
|--|-------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 2 | 900 | Давление 8 ГПа, T = 550 °C | 2–5 мкм | Непрозрачная керамика |
| 3 | 1100 | Давление 8 ГПа, T = 550 °C | 5–10 мкм | Непрозрачная керамика |



10 мкм

а)



б)

Рис. 3. Полупрозрачная композиционная керамика:
а – вид фрагмента полупрозрачной керамики (200х);
б – СЭМ-изображение скола полупрозрачной керамики

Полученная полупрозрачная керамика демонстрирует излучение фотолюминесценции в красной области (основной пик люминесценции – 610 нм) при возбуждении на длине волны 468 нм. Такая композиционная керамика может быть перспективна в качестве материала твердотельных фотолюминесцентных преобразователей излучения синего светодиода в красную область спектра и может являться основой светильников красного цвета излучения (сигнальные световые приборы, тревожная сигнализация).

Литература

1. Packiyaraj, P. Structural and photoluminescence studies of Eu³⁺ doped cubic Y₂O₃ nanophosphors / P. Packiyaraj, P. Thangadurai // J. of Lumin. – 2014. – Vol. 145. – P. 997–1002.
2. Cathodoluminescence change of Y₂O₃:Eu phosphors by incorporation of Zn ions / S. N. Shin [et al.] // Solid state communications. – 2005. – № 135. – P. 30–33.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ОБЛАСТИ КОНТАКТА С ИНДЕНТОРОМ ВИККЕРСА ПРИ ДЮРОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

А. М. Жуковский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Р. Е. Гутман

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»
БелНИПИнефть, г. Гомель*

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Метод индентирования заключается во вдавливании в исследуемый материал индентора из высокотвердого материала и построении диаграммы нагрузка–перемещение. Он получил широкое распространение при изучении свойств материалов различной природы. Использование метода на природных материалах осложняется анизотропией, наличием порового пространства и различной морфологией, которая, например, свойственна горным породам [1].

Метод относится к статическим неразрушающим методам, что является существенным достоинством при изучении свойств образцов, имеющих в ограниченном количестве, например, кернов, получаемых во время бурения газовых и нефтяных скважин.

Во время изучения керна материала принято определять такие физико-механические свойства породы как модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел прочности и др. Их выявление необходимо в дальнейшем для построения цифровых геолого-геомеханических моделей; также наличие данных о механических свойствах горной породы позволяет прогнозировать траекторию движения трещины для составления дизайна гидравлического разрыва пласта [2].

Цель исследований – выявление механизма разрушения материала в области действия индентора. В ходе выполнения работы решались следующие задачи: построение геометрической модели индентора и испытываемого материала, выбор математической модели, описывающей свойства материала, выделение наличия поверхностей изостатического распределения напряжений и деформаций, выполняющих роль фронта разрушения материала и анализ из расположения с учетом напряжений разрушения, выявленных стандартными способами.

Моделирование процесса индентирования проводилось в программном пакете ANSYS. Расчетная модель представлена индентором Виккерса и образцом горной породы. Расчетная модель содержит 489 тыс узлов в 130 тыс. элементах SOLID186, а также элементы контактного интерфейса TARGET170 и CONTACT174 (рис. 1, а). В качестве граничных условий задавались: жесткая заделка образца материала по всем граням за исключением грани, которая контактирует с индентором (рис. 1, б), а также внедрение индентора на 0,3 мм за 200 с.

В качестве исходных данных для задания свойств материала образца использовались свойства, полученные во время проведения тестовых испытаний по индентированию и одноосному сжатию на стенде «Instron 5000» [1].

Материал индентора задавался линейно-упругим, изотропным, с модулем упругости $E = 1,147 \cdot 10^{12}$ Па и коэффициентом Пуассона 0,07. В качестве материала образца был выбран песчаник, состоящий из зерен песка (SiO_2), цементированных карбонатным, кремнистым или другим материалом. Песчаник характеризуется ши-

роким диапазоном упругих и прочностных свойств в зависимости от пористости, вида цементирующего вещества, размера зерен. Модель образца была построена без учета зернистости и принималась изотропной с модулем упругости $E = 12 \cdot 10^9$ Па и коэффициентом Пуассона 0,26, а также значением сцепления 13 МПа и углом внутреннего трения $45,2^\circ$. Для описания модели поведения исследуемого материала использовалась гипотеза Друкера–Прагера [3].

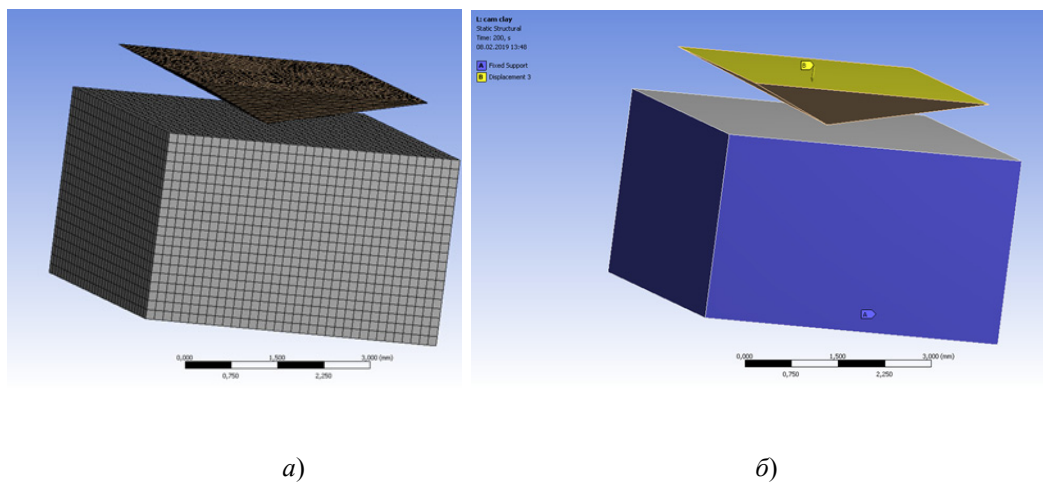


Рис. 1. Расчетная модель:
 а – конечно-элементная модель; б – граничные условия модели

В ходе моделирования были получены значения распределений главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ (рис. 2).

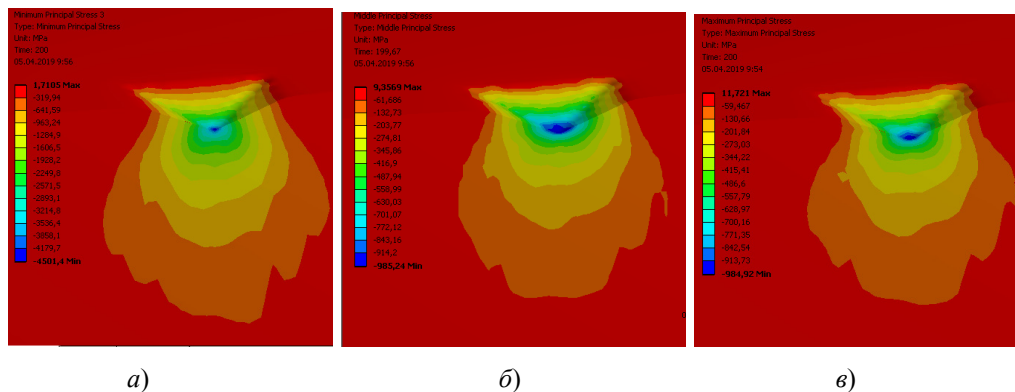


Рис. 2. Распределение главных напряжений: а – σ_1 ; б – σ_2 ; в – σ_3

С увеличением глубины внедрения происходит рост значений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ в тоже время на протяжении всего процесса индентирования максимальные значения напряжений наблюдались в зоне контакта острия индентора с образцом.

Были определены зависимости максимальных главных напряжений от времени внедрения, по которым можно проследить, что значения напряжений σ_2 и σ_3 совпадают на протяжении всего процесса индентирования.

На рис. 3, а в сечении исследуемого образца лучами отмечены направления нормальные воображаемым изостатическим поверхностям равных деформаций и на-

пряжений. Начальной точкой направлений служила вершина индентора, в области которой возникала максимальная концентрация напряжений.

На построенных лучах были найдены точки, в которых главное напряжение σ_1 было равно напряжению, полученному во время тестового индентирования образца. Область, полученная соединением точек равных напряжений, может рассматриваться как фронт внутреннего разрушения материала образца (рис. 3, а).

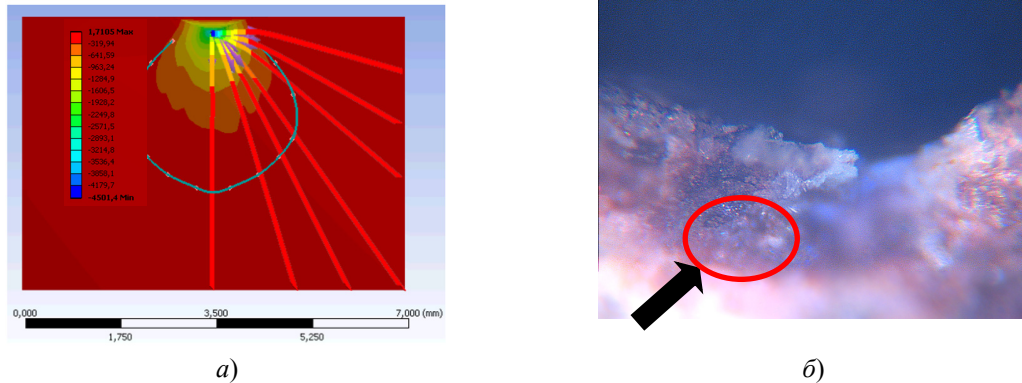


Рис. 3. Фронт разрушения образца: а – численная модель; б – эксперимент

На рис. 3, б показано сечение образца предварительно испытанного для определения предела прочности на растяжение (Бразильский тест). В дальнейшем две части образца были скреплены оправкой и подвергнуты испытанию индентированием. На боковой поверхности образца после проведения индентирования выявлена боковая трещина, отражающая положение фронта внутреннего разрушения материала. Сопоставление между полученными картинками фронта разрушения на численной модели и экспериментальном образце показывает существенное расхождение между координатами, разделяющими область разрушенного материала и сохранившего свою целостность. Отмеченное противоречие, по-видимому, обусловлено необходимостью более точного учета реологии испытываемого материала в численной модели. А именно, исследования композиционного материала, состоящего из отдельных частиц кварца, соединенных цементом, а также обладающего пористостью.

Заключение. При индентировании область контакта материала с индентором можно разделить на две зоны: 1 – зона, примыкающая к индентору, в ней разрушается цемент, связывающий зерна, и происходит уплотнение зерен материала; 2 – зона за пределами фронта разрушения, характеризующаяся действием упругих сил. Анализ расположения фронта разрушения и величина градиента напряжений между отмеченными зонами являются граничным условием для определения прочности материала на сжатие методом неразрушающего контроля.

Литература

1. Оценка прочностных и деформационных характеристик минеральных компонентов горных пород методом микро и наноиндентирования / Ю. И. Головин [и др.] // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – № 4. – С. 46–54.
2. Жуковский, А. М. К вопросу оценки упруго-прочностных свойств горных пород неразрушающим методом на примере Ланско-Старооскольской залежи Речицкого месторождения / А. М. Жуковский, Р. Е. Гутман // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал

ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 300–302.

3. Drucker, D. C. Soil mechanics and plastic analysis for limit design / D. C. Drucker, W. Prager // Quarterly of Applied Mathematics. – 1952. – Vol. 10. – № 2. – P. 157–165.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦЕМЕНТАЦИИ НА СТРУКТУРУ И ТВЕРДОСТЬ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 40X

Е. П. Поздняков, А. А. Кривенкова, А. В. Астрейко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. В. Радионов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Республика Беларусь

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. При изготовлении деталей конструкционного назначения широкое применение получили среднеуглеродистые улучшаемые стали марок 35ХГСА, 40Х, 45ХН и др. [1]. Входящие в их состав карбидообразующие элементы позволяют их применять не только для изготовления улучшаемых деталей типа осей и валов, но и в качестве деталей, работающих в условиях усталостного изнашивания при трении или при воздействии ударных нагрузок на поверхностный слой детали. Сопrotивление таких сталей изнашиванию достигается посредством поверхностного упрочнения – цементации с последующей термической обработкой. Среднеуглеродистые стали имеют достаточную закаливаемость сердцевины, значение которой превышает 50 HRC, что недостижимо при использовании традиционно используемых для цементации низкоуглеродистых сталей. Данная особенность актуальна при использовании упрочненных деталей в условиях ударного воздействия нагрузок.

Целью работы является установление влияния длительности цементации на изменение количества карбидной фазы и твердости науглероженных упрочненных слоев конструкционной стали 40Х.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись термодиффузионно-упрочненные слои конструкционной улучшаемой стали 40Х. Диффузионное насыщение поверхности образцов осуществлялось путем цементации при температуре 920 °С в течение 8 и 12 ч в древесно-угольном карбюризаторе с добавлением карбоната бария BaCO₃. Окончательная термическая обработка заключалась в проведении закалки в масле с температуры 860 °С и низкого отпуска при 200 °С в течение 1 ч. Исследование микроструктуры осуществлялось на оптическом микроскопе Метам РВ-22. Травление микрошлифов проводилось в 2,5–5%-ном спиртовом растворе азотной кислоты. Распределение твердости и микротвердости термодиффузионных слоев определяли на прессе Роквелла ТК-2М и микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 150 и 0,2 кгс соответственно.

Результаты исследования и их обсуждение. Окончательная термическая обработка науглероженных слоев сформировала металлическую матрицу, представляющую смесь мартенсита отпуска и остаточного аустенита. Насыщение в древесноугольном карбюризаторе позволило сформировать на поверхности образцов слой заэвтектоидного строения. Морфология этого слоя разделена на две зоны. В первой зоне, распространяющейся на глубину до 0,2–0,25 мм от поверхности, присутствуют разрозненные карбиды. Закалка спровоцировала растворение части карбидной фазы, что привело к уменьшению размеров карбидных включений с 40–50 мкм [2] до 10–15 мкм (рис. 1 и 2).

На глубине более 0,25 мм карбидная фаза имеет разорванное скелетообразное строение (рис. 1 и 2, в). Послойное снятие материала позволяет регистрировать карбидную фазу на большей глубине, чем при исследовании слоя в поперечном направлении. Так карбиды зарегистрированы на глубине 0,83 мм и 0,98 мм при цементации после 8 и 12 ч соответственно, а при поперечном изучении толщина слоя с заэвтектоидным строением не превысила 0,5 мм [2]. При изменении длительности цементации с 8 до 12 ч объемная доля карбидной фазы, зарегистрированная на поверхности, увеличивается с 25,9 до 65,7 об. % (см. таблицу).

Объемная доля карбидной фазы в модифицированных слоях стали 40X, об. %

| Длительность ХТО, ч | Расстояние от поверхности, мм | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|
| | 0,00 | 0,13 | 0,22 (0,23) | 0,33 (0,35) | 0,45 (0,51) | 0,59 (0,66) | 0,72 | 0,83 (0,85) | 0,96 (0,98) |
| 8 | 25,9 | 24,3 | 13 | (7,3) | (5,4) | (9,2) | – | 1,5 | – |
| 12 | 65,7 | 23,8 | (8,3) | 7,9 | 8,9 | 8,1 | 5,7 | (3,2) | (1,3) |

На рис. 3 приведено распределение твердости слоев. Определение твердости слоев проводили двумя методами. Первый метод основан на измерении твердости на прессе Роквелла при послойном снятии порядка 0,1–0,2 мм толщины слоев. Второй метод определяет микротвердость слоев в поперечном сечении. Измерение микротвердости является более точным, чем при измерении твердости по Роквеллу. Анализ результатов показал, что при измерении твердости различными способами получены разные значения. Возникшие различия в полученных данных актуальны для промышленных предприятий, на которых определяют твердость материалов на прессе Роквелла.

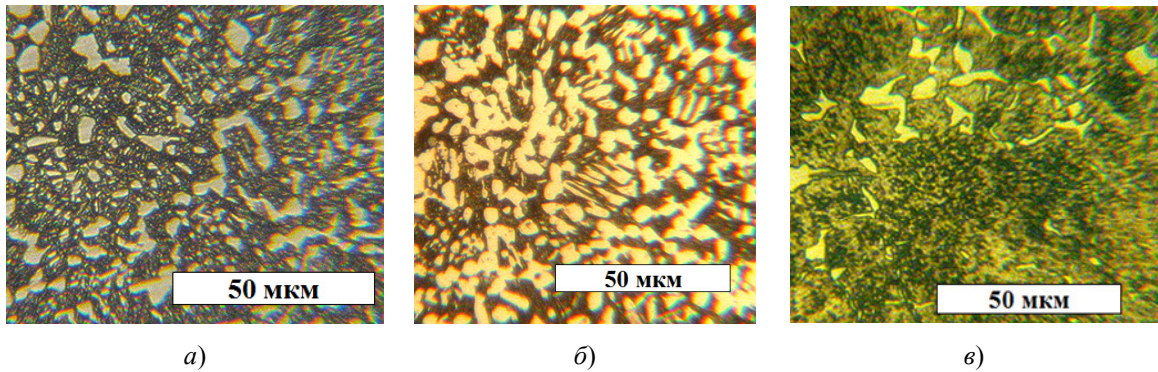


Рис. 1. Структура заэвтектоидной зоны термодиффузионно-упрочненного слоя стали 40X после науглероживания в течение 8 ч: а – на поверхности; б – на глубине 0,13 мм; в – на глубине 0,35 мм

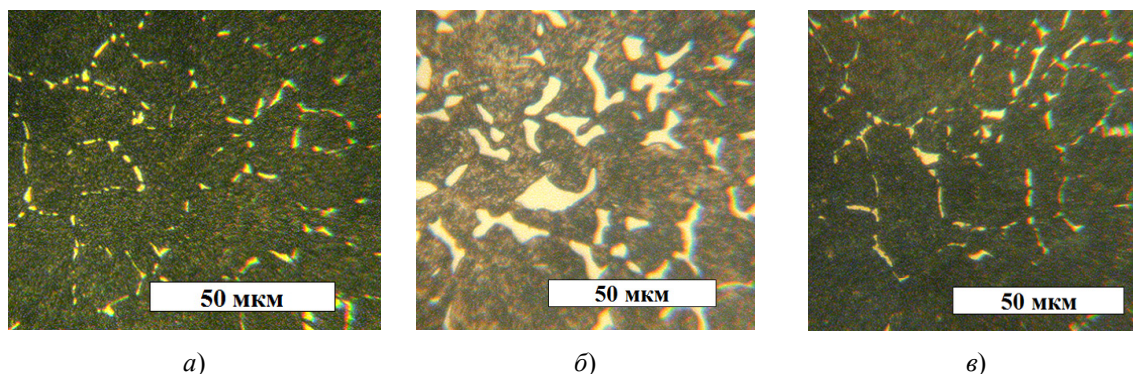


Рис. 2. Структура заэвтектоидной зоны термодиффузионно-упрочненного слоя стали 40X после науглероживания в течение 12 ч:
а – на поверхности; *б* – на глубине 0,13 мм; *в* – на глубине 0,33 мм

Анализ полученных данных показал, что твердость поверхностного слоя, толщиной 1 мм, после 8-часовой цементации (рис. 3, *а*) находится в пределах 64,7–65,8 HRC, а далее имеет резкое снижение до твердости сердцевины 54–55 HRC, расположенной на глубине более 2 мм. При измерении микротвердости слоя оказалось, что твердость поверхностного слоя имеет меньшие значения, составляющие 59–63 HRC, а твердость сердцевины колеблется в пределах 51–54 HRC. При увеличении длительности цементации до 12 ч (рис. 3, *б*) твердость поверхностного слоя оказалась немного большей – 65,4–66,9 HRC. Его глубина достигла 1,2 мм. Отличительной особенностью слоя после 12-часового насыщения является пониженная твердость поверхности, которая составляет 65,4 HRC и возрастает до 66,9 HRC на глубине 0,35 мм. Это явление связано с высоким содержанием остаточного аустенита, обладающего значительно меньшей твердостью, чем мартенсит. Данная закономерность обнаружена также при измерении микротвердости. Твердость поверхностного слоя аналогична образцам после 8-часового насыщения и имеет пониженные значения – 57–60 HRC. Общая толщина диффузионного слоя достигла 2,2 мм, а твердость сердцевины – 55–56 HRC.

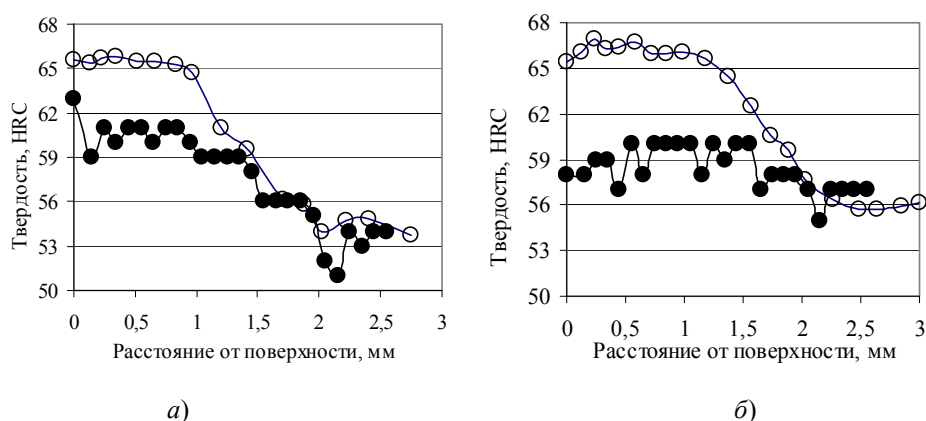


Рис. 3. Распределение твердости и микротвердости по сечению упрочненных науглероживанных слоев образцов из стали 40X после всего комплекса упрочнения:
а – 8-часовая цементация; *б* – 12-часовая цементация;
 ○ – твердость, определенная по методу Роквелла; ● – твердость, определенная на микротвердомере ПМТ-3 и переведенная в HRC

Заключение. При увеличении длительности цементации с 8 до 12 ч термодиффузионно-упрочненные слои, сформированные на стали 40X, имеют следующие различия:

- толщина слоя с заэвтектидным строением увеличивается с 0,83 до 0,98 мм;
- объемная доля карбидной фазы, определенная на поверхности, значительно возрастает с 25,9 до 65,7 об. %;
- твердость поверхностного слоя повышается с 64,7–65,8 HRC до 65,4–66,9 HRC;
- у образца после 12-часового насыщения на поверхности твердость на 1,5 HRC меньше, чем в слое глубиной более 0,35 мм;
- наличие площадки равной твердости увеличивается с 1,0 до 1,2 мм, а общая толщина термодиффузионных слоев увеличивается с 2,0 до 2,2 мм.

Литература

1. Лахтин, Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов : учеб. для машиностроит. вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1980. – 493 с.
2. Астрейко, А. В. Структура и свойства цементованных слоев сталей 40X и 42CrMoS4 / А. В. Астрейко, Е. П. Поздняков, А. В. Радионов // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 133–136.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ В РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ»

В. О. Кученев

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»

БелНИПИнефть, г. Гомель

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. С. Асадчев

Добываемая продукция нефтяных месторождений РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» имеет различные физико-химические свойства. Продукция эксплуатационных скважин содержит воду, представляющую собой, как правило, рассолы хлоркальциевого типа, высокой минерализации. Обводненность добываемой продукции в среднем составляет 70 %. Попутно-добываемая вода является коррозионно-агрессивной, так как содержит ионы растворенных солей, растворенные агрессивные газы сероводород и углекислый газ, имеет низкие значения рН. В составе попутного нефтяного газа (ПНГ) также имеются источники коррозионной агрессивности – углекислый газ и сероводород. Содержание углекислого газа в ПНГ находится в диапазоне от 0,02 до 11,2 % объемных, содержание сероводорода составляет 0–0,5 % объемных. Фактические соотношения PCO_2/PNH_2S изменяются в широких пределах (от 1 до >500), что свидетельствует о протекании всех типов коррозионных процессов.

Протяженность фонда промысловых трубопроводов в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» в среднем составляет:

- водоводы – 900 км, или 35 % (используются в системах поддержания пластового давления для закачки воды);
- выкидные линии скважин – 828 км, или 33 % (предназначены для сбора продукции скважин);
- нефтесборные коллекторы – 538 км, или 21 % (предназначены для транспортировки сырьевых потоков к нефтесборным пунктам);
- межпромысловые коллекторы – 175 км, или 7 % (предназначены для транспортировки сборных сырьевых потоков к месту подготовки нефти, газа и воды);
- газопроводы – 100 км, или 4 % (используются для транспортировки ПНГ).

Общая протяженность трубопроводов составляет 2541 км. Статистические данные о количестве порывов трубопроводов в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» свидетельствуют о том, что при общем ежегодном количестве порывов на уровне 139–243 единиц основная доля порывов трубопроводов (как водоводов, так и нефтегазопроводов) приходится на порывы по причине внутренней коррозии (134–237 единиц), обусловленной агрессивностью перекачиваемых промысловых сред.

Поэтому выбор стали, обеспечивающей требуемую долговечность и надежность трубопроводов в конкретных условиях эксплуатации, является актуальной задачей. Поставленная задача чрезвычайно сложна, поскольку факторов, определяющих коррозию материалов в конкретных производственных условиях, много.

Комплексный подход к поставленной задаче включал:

- изучение ассортимента трубной продукции, материалов сталей и сплавов, используемых для строительства трубопроводов, анализ результатов испытаний и эксплуатации трубопроводов из новых марок сталей в конкретных промысловых условиях других нефтегазодобывающих предприятий;
- проведение сравнительных стендовых коррозионных испытаний с различными марками сталей в условиях приближенных к реальным промысловым условиям эксплуатации трубопроводов РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», определение коррозионной стойкости материалов;
- выработка рекомендаций и проведение опытно-промысловых испытаний эффективных образцов сталей и сплавов, оценка полученных результатов.

Для эксплуатации в нефтегазодобывающей промышленности предлагается широкий ассортимент трубной продукции, декларируемой как коррозионно-стойкая, в публикуемых материалах приводятся результаты опытно-промысловых коррозионных испытаний новых образцов трубной продукции в различных условиях эксплуатации [2]–[5]. Для стендовых коррозионных исследований были выбраны новые образцы сталей, применяемых для строительства нефтегазопроводных трубопроводов: сталь марки 13ХФА, сталь марки 20КТ, сталь марки 09Г2С, сталь марки 20А. Все стендовые исследования носили сравнительный характер, базовой сталью, применяемой в настоящее время для строительства трубопроводов РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», является сталь 20. Испытуемые стали, отличаются по физико-механическим свойствам, химическому составу. Стали 20, 20КТ, 20А содержат одинаковое количество углерода (0,21–0,23 % мас.), а стали 09Г2С и 13ХФА характеризуются пониженным содержанием углерода (0,11–0,14 % мас.). Минимальное содержание легирующих элементов (хрома, никеля, марганца) отмечено в сталях 20КТ, 20А, базовой стали 20. Сталь 13ХФА легирована хромом (0,53 % мас.), марганцем (0,53 % мас.) и ванадием (0,044 % мас.). Сталь 09Г2С легирована марганцем (1,34 % мас.).

Исследования коррозионной стойкости новых образцов сталей проведены на стендовой установке «АА-КОНКОР» разработки БелНИПИнефть, представляющей собой циркуляционный контур, в котором моделируются фактические условия эксплуатации трубопроводов (давление, температура, скорость потока, состав перекачиваемой среды в том числе и содержание в ней агрессивных компонентов). На горизонтальном участке контура установлен фрагмент трубопровода, в котором последовательно размещены три пластины из образца испытываемой стали. Испытания проводились при постоянном давлении 1,1 МПа, температуре потока 30 °С, скорости потока 0,25 м/с, период испытаний составлял 144 ч (6 сут). Циркулирующей средой являлась продукция конкретных добывающих скважин, отличающаяся содержанием агрессивных компонентов, составом и свойствами. По окончании испытаний пластины извлекались, производилась их очистка от продуктов коррозии, визуальная оценка коррозионных повреждений, гравиметрическим методом определялась скорость коррозии. Данные исследования проведены впервые, полученные результаты представляют научный интерес, так как демонстрируют коррозионные разрушения сталей различного материального исполнения при повышенных давлениях, температурах, в условиях движения жидкой агрессивной водной среды. Сводные результаты стендовых коррозионных исследований приведены в таблице.

Ранжирование марок сталей по коррозионной стойкости по результатам стендовых исследований

| Марка стали | Скорость коррозии, мм/год | Характер коррозионных повреждений |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Сталь 20 | 0,12–0,29 | Равномерная сплошная коррозия |
| Сталь 20А | 0,22–0,31 | Равномерная сплошная коррозия |
| Сталь 13ХФА | 0,38–0,51 | Равномерная сплошная коррозия |
| Сталь 20КТ | 0,54–0,55 | Равномерная сплошная коррозия |
| Сталь 09Г2С | 0,02–0,08 | Язвенная коррозия |

На основании полученных данных четко прослеживается разница коррозионной стойкости сталей различного материального исполнения и характер коррозионных повреждений.

По результатам стендовых исследований рост коррозионной стойкости сталей установлен в следующей последовательности: 09Г2С→20КТ→13ХФА→20А. Характер коррозионных повреждений – равномерная сплошная коррозия для всех марок сталей кроме марки 09Г2С.

Язвенные коррозионные повреждения на поверхности пластин из стали марки 09Г2С не позволяют рекомендовать ее к использованию в промышленных условиях, не смотря на низкие значения общей скорости коррозии. По-видимому, развитие язвенной коррозии данной стали объясняется в первую очередь структурой металла (полосчатость 3 балла, структура перлитно-ферритная, размер зерна 8 баллов, отдельных зерен 7 баллов), так как повышенная полосчатость создает определенную неравномерность строения, гетерогенность металла. Скопления неметаллических включений на границах зерен (а в их число может входить активный сульфид марганца) являются участками повышенной термодинамической неустойчивости, которые легко растворяются в коррозионной среде (с образованием сероводорода, который затем локально воздействует на металл), из-за чего происходит развитие питтинговой коррозии [6]. Также развитие коррозии сталей легированных марган-

цем может происходить по механизму, когда марганец, обладая более высокой активностью чем железо при реагировании с коррозионной средой, образует рыхлые (по структуре кристаллической решетки) продукты коррозии (оксиды и сульфиды марганца), которые делают доступными проникновение к основному металлу агрессивных коррозионных компонентов [2].

Окончательный выбор по ранжированию сталей и сплавов может быть сделан только после проведения опытно-промысловых испытаний. Следующим этапом наших исследований будет оценка результатов испытаний новых сталей в реальных промысловых условиях при их эксплуатации в течение 6 месяцев и 12 месяцев. Опытно-промысловые испытания в настоящее время проводятся в трубопроводах выкидных линий скважин, отличающихся свойствами добываемой продукции, скоростью перекачки среды, где последовательно установлены патрубки испытываемых сталей. Такие работы позволят нам иметь четкое понимание связи между коррозионными процессами, агрессивностью сред и свойствами стали, следовательно, рекомендовать оптимальные решения для материального исполнения трубопроводов в конкретных промысловых условиях.

Литература

1. Коррозия в многофазных средах, содержащих небольшие количества H₂S Corrosion in multiphase flow containing small amounts of H₂S. – Bruce Brown, Kun-Lin Lee, Srdjan Nesic. – Institute for Corrosion and Multiphase Technology Ohio University Athens, Ohio 45701. – 24 с.
2. Особенности коррозионного разрушения нефтегазопроводных труб в условиях эксплуатации Коми и Западной Сибири / А. В. Иоффе [и др.] // Вектор науки ТГУ : сб. науч. ст. / ООО «Самарский инженерно-технологический центр». – Самара, 2010. – С. 50–54.
3. Кичигина, Н. А. Результаты ОПИ труб из сталей повышенной эксплуатационной надежности на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» / Н. А. Кичигина // Инженер. практика. – 2016. – № 9. – С. 8–15.
4. Трубы нефтяного сортамента, стойкие против углекислотной коррозии / Б. А. Ерехинский [и др.] // Коррозия территория нефтегаз : сб. науч. ст. / ПАО «Газпром», ООО «Газпром добыча Надым», ПАО «ТМК». – 2016. – С. 14–17.
5. Софрыгина, О. А. Практика изготовления труб нефтяного сортамента повышенной эксплуатационной надежности / О. А. Софрыгина // Инженер. практика. – 2013. – № 5. – С. 57–59.
6. Медведева, М. Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа : учеб. пособие для вузов нефтегазового профиля / М. Л. Медведева. – М. : ФГУП изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 312 с.

ВЛИЯНИЕ НАТЯЖЕНИЯ МЕТАЛЛОКОРДА И РАДИУСА ЕГО ИЗГИБА В ДЕФОРМАТОРЕ НА НАПРЯЖЕНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В МЕТАЛЛОКОРДЕ

Ю. В. Мартьянов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

После свивки на канатной машине металлокорд под натяжением проходит через деформирующее устройство и наматывается на приемную катушку. Натяжение создает магнитная муфта на намоточном устройстве канатной машины. С помощью этой муфты можно регулировать значение натяжения металлокорда при намотке. Влияние этого параметра на металлокорд мало изучено. В комплексе с изменением диаметра деформирующего ролика деформатора вариация технологического режима

свивки и намотки металлокорда становится широкой, а задача исследовать эти явления – актуальной.

Цель: определить влияние натяжения металлокорда и радиуса его изгиба в деформаторе на напряжения и перемещения в металлокорде.

Используемый метод: конечно-элементный численный эксперимент на примере металлокорда конструкции 2x0,30НТ (далее – металлокорд).

Для исследований была построена модель изгиба металлокорда на деформирующем ролике. Варьируемыми параметрами являются диаметр деформирующего ролика и натяжение металлокорда. Выходными данными служат эффективные напряжения металлокорда и перемещения точек контакта проволок в конструкции металлокорда.

В табл. 1 представлены эффективные (действующие суммарные) напряжения металлокорда.

Таблица 1

Эффективные напряжения металлокорда, МПа

| Диаметр деформирующего ролика, мм | Натяжение, Н | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
| | 9 | 11 | 16 | 25 | 30 |
| 10 | 172 | 177 | 209 | 273 | 301 |
| 20 | 171 | 170 | 201 | 267 | 275 |
| 30 | 144 | 143 | 175 | 240 | 251 |
| 40 | 148 | 150 | 172 | 212 | 237 |
| 45 | 124 | 160 | 195 | 232 | 266 |
| 50 | 122 | 159 | 201 | 236 | 239 |
| 60 | 141 | 143 | 191 | 216 | 239 |
| 70 | 143 | 143 | 179 | 190 | 239 |
| 80 | 143 | 143 | 187 | 191 | 203 |

Для наглядного представления результатов построено поле зависимости эффективных напряжений, натяжения металлокорда и диаметра ролика. Поле представлено на рис. 1.

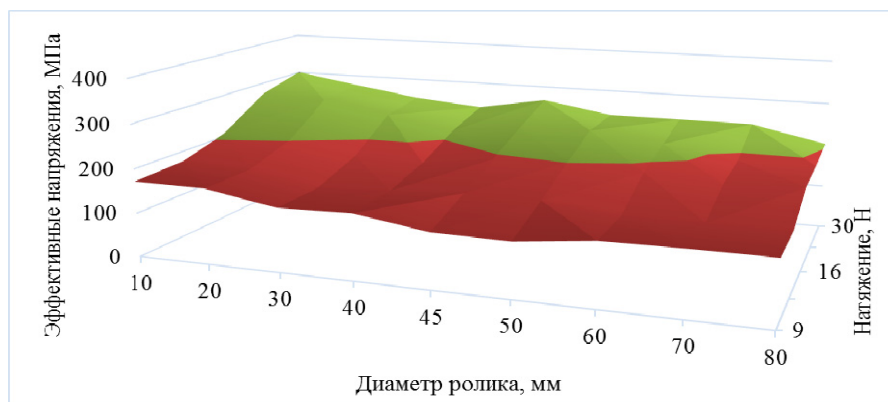


Рис. 1. Поле зависимости эффективных напряжений, натяжения металлокорда и диаметра ролика

По рис. 1 видно, что эффективные напряжения возрастают с увеличением натяжения металлокорда при изгибе. Совместно с этим эффективные напряжения возрастают с уменьшением диаметра деформирующего ролика (радиуса изгиба).

В табл. 2 представлены перемещения точек контакта металлокорда в осевом направлении (смещение Z).

Таблица 2

Перемещения точек контакта металлокорда в осевом направлении, мм

| Диаметр деформирующего ролика, мм | Натяжение, Н | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | 9 | 11 | 16 | 25 | 30 |
| 10 | 0,11 | 0,081 | 0,09 | 0,117 | 0,124 |
| 20 | 0,24 | 0,026 | 0,158 | 0,185 | 0,133 |
| 30 | 0,128 | 0,057 | 0,08 | 0,144 | 0,099 |
| 40 | 0,055 | 0,044 | 0,051 | 0,114 | 0,161 |
| 45 | 0,159 | 0,167 | 0,123 | 0,103 | 0,143 |
| 50 | 0,116 | 0,103 | 0,1 | 0,154 | 0,146 |
| 60 | 0,086 | 0,025 | 0,047 | 0,122 | 0,251 |
| 70 | 0,132 | 0,048 | 0,043 | 0,172 | 0,244 |
| 80 | 0,064 | 0,015 | 0,055 | 0,028 | 0,053 |

Для наглядного представления результатов построено поле зависимости осевых смещений проволок в металлокорде, натяжения и диаметра ролика. Поле представлено на рис. 2.

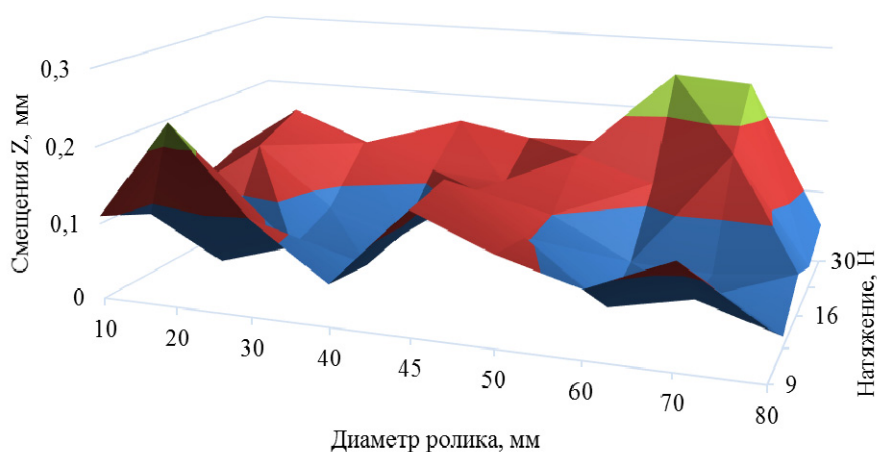


Рис. 2. Поле зависимости осевых смещений проволок в металлокорде, натяжения и диаметра ролика

По рис. 2 видно, что распределение значений осевых смещений проволок в металлокорде в зависимости от натяжения и диаметра ролика носит нелинейный и непрогнозируемый характер. Существуют зоны поля, где с изменением одного из параметров значение осевого смещения практически не изменяется. Это свидетельствует о возможности определения оптимального режима намотки металлокорда.

Заключение. В результате проведенного исследования:

- определено наличие влияния натяжения металлокорда и радиуса его изгиба в деформаторе на напряжения и перемещения в металлокорде;
- установлено, что с увеличением натяжения и уменьшением диаметра деформирующего ролика эффективные напряжения в металлокорде возрастают;
- определено, что с увеличением натяжения смещения Z (осевые) возрастают;
- определено, что с увеличением диаметра деформирующего ролика смещения Z в целом снижаются, наблюдается периодическая волнообразная зависимость снижения.

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В МЕТАЛЛОКОРДЕ НА ПРЯМОЛИНЕЙНОСТЬ МЕТАЛЛОКОРДА ПОСЛЕ СВИВКИ

Ю. В. Мартьянов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Опытным путем проверено и доказано, что эффективные напряжения совместно со смещениями точек контакта проволок в конструкции металлокорда влияют на отклонение от прямолинейности металлокорда.

Цель: определить влияние напряжений и перемещений в металлокорде на прямолинейность металлокорда после свивки.

Используемый метод: численное моделирование процесса изгиба металлокорда на ролике с различным натяжением.

На рис. 1 представлены результаты численного моделирования изгиба металлокорда на деформирующем ролике диаметром 45 мм с вычислением критерия оценки [1].



Рис. 1. Численное моделирование изгиба металлокорда на деформирующем ролике диаметром 45 мм

По рис. 1 видно, что оптимальным натяжением металлокорда при его изгибе на деформирующем ролике диаметром 45 мм является натяжение величиной 25 Н. Для проверки адекватности полученных данных были проведены лабораторные испытания по намотке металлокорда на приемную катушку через деформатор с обеспечением натяжения металлокорда с помощью грузов. Металлокорд выдерживался на катушке

в течение 3 сут для снижения влияния релаксации остаточных напряжений. Результаты лабораторных испытаний представлены на рис. 2.



Рис. 2. Результаты лабораторных испытаний

Из рисунка следует, что результаты лабораторных испытаний качественно повторяют результаты численного моделирования изгиба металлокорда на деформирующем ролике диаметром 45 мм с вычислением критерия оценки. Это означает, что численная модель в достаточной степени точно описывает процессы, происходящие в металлокорде при изгибе на деформирующем ролике с приложением натяжения.

Были проведены дополнительные расширенные испытания с помощью методов численного моделирования для принятых значений натяжения и для деформирующих роликов с диаметрами от 10 до 80 мм с дискретностью 10 мм.

Результаты численного моделирования изгиба металлокорда на деформирующем ролике диаметром от 10 до 80 мм и натяжениями 9, 11, 16, 25, 30 Н представлены на рис. 3.

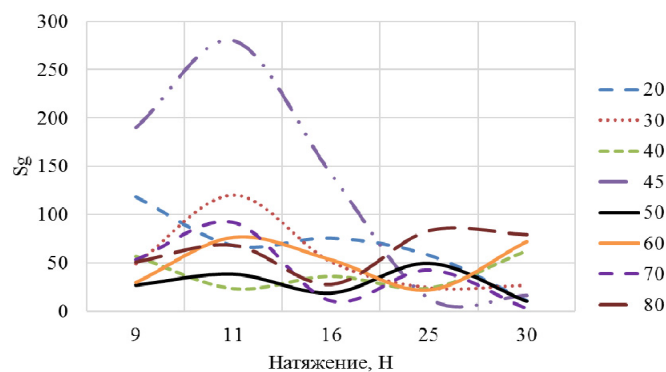


Рис. 3. Результаты численного моделирования изгиба металлокорда на деформирующем ролике диаметром от 10 до 80 мм и натяжениями 9, 11, 16, 25, 30 Н

Согласно рис. 3 существует два оптимальных варианта технологического режима при намотке металлокорда через деформатор на приемную катушку. Это вариант с использованием ролика диаметром 45 мм и натяжением 25 Н и вариант с использованием ролика диаметром 50 мм и натяжением 16 или 30 Н.

Использование роликов диаметром свыше 70 мм не оказывает воздействия на конструкцию металлокорда. Использование низкого натяжения приводит к низкой плотности свивки и браку.

Заключение. В ходе исследования было определено влияние напряжений и перемещений в металлокорде на прямолинейность металлокорда после свивки с помощью критериального метода качественной оценки прямолинейности металлокорда (Sg); численная модель адекватно оценивает натяжение металлокорда при намотке; с помощью корректировки натяжения и диаметра деформирующего ролика возможно настроить оптимальный технологический режим намотки металлокорда на приемную катушку с обеспечением минимального отклонения от прямолинейности

Л и т е р а т у р а

1. Бобарикин, Ю. Л. Исследование влияния изгиба металлокорда перед намотом на его прямолинейность после намота / Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартыанов, А. В. Веденеев // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. науч. тр. : в 3 кн. / редкол.: А. В. Белый (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2018. – Кн. 3. Обработка металлов давлением. – 137 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ АНТ-55 ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЙ НАПЛАВКОЙ

А. Д. Мельникова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Д. В. Мельников, И. В. Царенко

Среди технологий восстановления деталей машин одной из наиболее эффективных является технология наплавки. Наплавка – это процесс нанесения покрытия из расплавленного материала на разогретую до температуры плавления поверхность восстанавливаемой детали. Эта технология позволяет придавать восстанавливаемым деталям требуемые физико-химические свойства, такие как износостойкость и коррозионностойкость. Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Прочность соединения этих покрытий с основой соизмерима с прочностью материала детали. Среди большого разнообразия методов наплавки для восстановления деталей трехплунжерного насоса был выбран метод газотермической наплавки.

Трехплунжерные насосы для нефтедобывающей отрасли используются для закачивания поверхностной, пластовой, сточной воды и технологических растворов в нагнетательные скважины для поддержания пластового давления. При стабильной заданной подаче плунжерные насосы создают давление нагнетания 35 МПа и производительность 12,5 м³/ч. Наиболее ответственной деталью плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 является плунжер, который работает под давлением на выходе 27 МПа с производительностью 5,54 м³/ч при 242 двойных ходах плунжера в минуту в условиях интенсивного абразивного изнашивания, вызванного наличием в воде нерастворенных минеральных примесей. Износ и разрушение плунжера приводит к повышенной вибрации насосной установки; повышенному шуму в работе; резким пульсациям давления на выходе; снижению подачи насоса; замедленному перемещению рабочих органов машины.

Целью данной работы является создание методом газотермической наплавки поверхностного слоя с особыми свойствами, обладающего высокой твердостью, износостойкостью, стабильностью геометрической формы.

Объектом исследования являются плунжеры $\varnothing 30$ и $\varnothing 40$ мм плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 (рис. 1).



Рис. 1. Плунжеры $\varnothing 30$ мм для плунжерного насоса высокого давления АНТ-55

В качестве исходной заготовки использовался прокат круглого сечения $\varnothing 45$ мм.

Перед наплавкой наплавочные материалы очищают и прокаливают для удаления влаги, которая в процессе наплавки может стать источником водорода. Присутствие данного элемента на поверхности обрабатываемой детали опасно, так как он приводит к появлению водородной хрупкости, следствием которой являются холодные трещины. Далее обрабатываемые поверхности деталей нагревают. Предварительный нагрев изделия непосредственно перед наплавкой предотвращает растрескивание наплавленного слоя. Для нагрева используются печи или газовые горелки. При недостаточной температуре подогрева могут возникнуть трещины, а чрезмерный нагрев снижает скорость охлаждения и увеличивает глубину проплавления основного металла, что приводит к снижению твердости наплавленного металла.

Предварительную механическую обработку поверхности под напыление (рис. 2) производят на токарно-винторезном станке модели 16Б16КП при частоте вращения 500 об/мин, подаче 0,3 мм/об и глубине резания 1–1,5 мм. В результате механической обработки получается размер $\varnothing 39,1 \pm 0,1$ мм. Данный размер в дальнейшем будет влиять на толщину наплавленного слоя.



Рис. 2. Предварительная механическая обработка поверхности детали под напыление

Для наплавки применяется предварительно разогретый до 250 °С порошок, изготовленный фирмой Castolin Eutectic (Польша) на основе никеля, с добавлением хрома, кремния и бора.

Для напыления применяется смесь газов: воздух, кислород и метилацетиленалленовая фракция (МАФ). Температура горения МАФ 2927 °С, что позволяет расплавить поступающий в дугу порошок и нанести его на обрабатываемую поверхность (рис. 3). Режимы наплавки: кислород – 0,18 МПа, воздух – 0,15 МПа, МАФ – 0,12 МПа.



Рис. 3. Нанесение покрытия методом газотермической наплавки

После газотермического напыления необходимо подготовить деталь к оплавлению нанесенного покрытия. Для этого деталь предварительно нагревается в печи до температуры 600 °С, после чего оплавляется методом бесконтактного нагрева токами высокой частоты. Деталь помещается в индуктор, представляющий собой несколько витков медной трубки (рис. 4). В индукторе с помощью специального генератора наводятся мощные токи высокой частоты, в результате чего вокруг индуктора возникает электромагнитное поле. Электромагнитное поле наводит в детали вихревые токи. На высокой частоте вихревые токи вытесняются образованным ими же магнитным полем в тонкие поверхностные слои детали, в результате чего их плотность резко возрастает, и деталь разогревается под действием джоулева тепла. Нижерасположенные слои металла прогреваются и за счет теплопроводности прогревают наплавленный материал (рис. 5).



Рис. 4. Индукционный нагрев детали

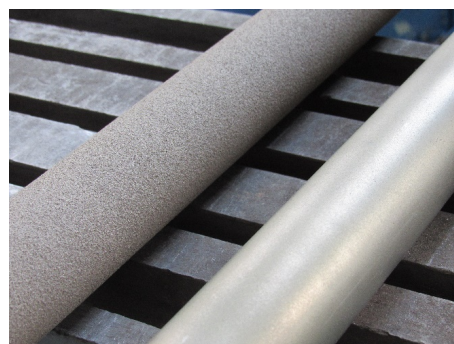


Рис. 5. Деталь после напыления (слева) и после оплавления (справа)

Для обеспечения требуемой точности детали производили механическую обработку: точение и шлифование поверхности. Точение спеченного покрытия производили с использованием твердосплавных режущих пластин из кубического нитрида бора. Шлифование производили на шлифовальном станке модели 3M153AF11.

Изготовленные детали были переданы организации-заказчику ПО «Белоруснефть» для проведения производственных испытаний. Твердость полученного покрытия составила 65 HRC. Деталь обладает хорошими свойствами к абразивному изнашиванию. В результате производственных испытаний работоспособность данной детали составила 4500 ч, что значительно превышает аналоги, полученные закалкой или термодиффузионным хромированием.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы об эффективности применения газотермической наплавки для восстановления деталей плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 и придания поверхностному слою плунжера особых физико-механических свойств, таких как твердость и износостойкость.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ СХЕМ
КАЛИБРОВКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТОЧНОСТИ ПРОФИЛЯ
ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКЕ
НА МЕЛКОСОРТНО-ПРОВОЛОЧНОМ СТАНЕ 370/150
ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»**

И. А. Панковец

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Верещагин

В современной промышленности при ее неуклонном развитии широко применяются наукоемкие технологии, обеспечивающие высокую конкурентоспособность продукции на мировых рынках. Помимо сокращения издержек на выпускаемую продукцию важное место занимает точность геометрических размеров прокатываемого профиля, позволяющая удерживать лидирующие позиции.

Как известно, основными факторами, влияющими на точность размеров проката, являются: жесткость рабочих клетей; температура прокатки и рабочих валков; износ валков и деталей клетки; давление металла на валки; межклетевое натяжение металла [1]. Пренебрегая факторами, зависящими от технологического оборудования (жесткость рабочих клетей) и условий проката (износ валков и деталей клетки, температура прокатки и валков), ключевым фактором остается давление металла на валки и межклетевое натяжение металла.

Цель данной работы – рассмотреть действующую технологию проката круглого профиля 22 мм в условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» на стане 370/150 при производстве сортового проката повышенной точности на линии прутка; произвести анализ двух различных технологий получения сортового проката на редуционно-калибровочном блоке.

Краткое описание действующей технологии производства. Пластической деформации предшествует нагрев заготовок до температуры выдачи из печи 1070 ± 30 °С. Нагрев заготовок происходит в проходной печи с шагающими балками по кривой нагрева (рис. 1) с последующей выдачей в черновую группу клетей.

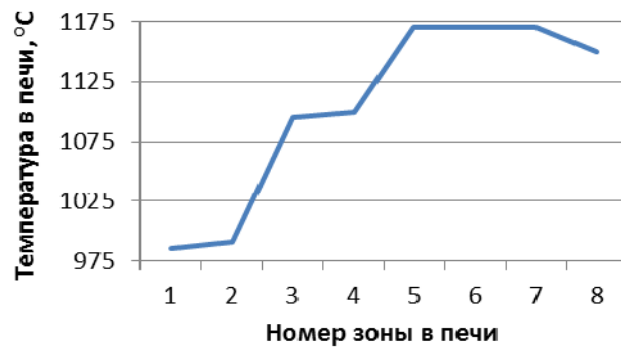


Рис. 1. Кривая нагрева заготовки сечением 250 x 300 мм и длиной до 5500 мм

После нагрева заготовка попадает в линию прокатного стана, которая включает в себя 24 прокатные клетки (рис. 2):

- черновая группа клеток состоит из 7 клеток с двойной опорой кассетного типа с горизонтальным и вертикальным расположением валков;
- промежуточная группа клеток состоит из 6 клеток с двойной опорой кассетного типа с горизонтальным и преобразуемым расположением валков;
- предчистовая/чистовая группа клеток, состоящая из 8 клеток кассетного типа с двойной опорой с горизонтальным и преобразуемым расположением валков;
- трехклетьевого редуционно-калибровочный блок, используемый для увеличения типоразмера продукции окончательных операций при прокатке, а также для достижения максимально приближенных значений допуска.

Сортамент производства – диаметр от 20 до 80 мм в прутках длиной от 6000 до 12000 мм.

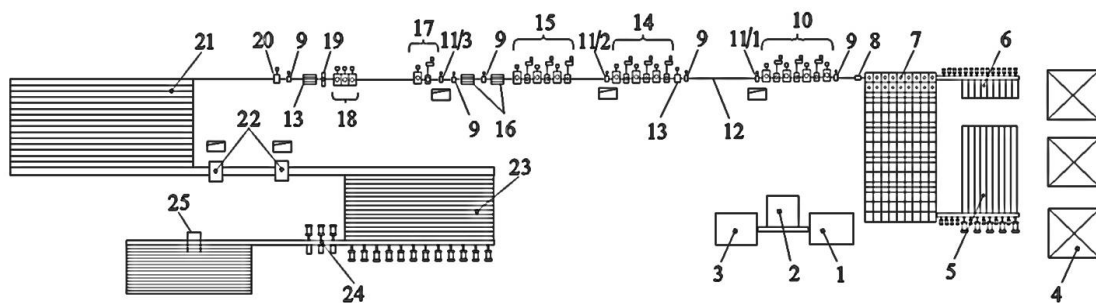


Рис. 2. Упрощенная схема прокатного стана 370/150 при производстве сортового проката в прутках: 1 – дробеструйная установка; 2 – магнитолюминесцентный метод определения дефектов; 3 – шлифовальный станок; 4 – склад заготовок; 5 – загрузочная решетка; 6 – аварийная решетка; 7 – нагревательная печь; 8 – устройство гидросбива окалины; 9 – трайбаппарат; 10, 1–7 – клетки черновой группы; 11 – зачистные ножницы; 12 – терморольганг; 13 – обрывные ножницы; 14, 8–13 – клетки первой промежуточной группы; 15, 14–19 – клетки второй промежуточной группы; 16 – трасса термоупрочнения; 17, 20, 21 – клетки предчистовой группы; 18 – редуционно-калибровочный блок; 19 – установка измерения диаметра NiGauge; 20 – делительные ножницы; 21 – холодильник; 22 – дисковые пилы; 23 – цепное передающее устройство; 24 – упаковочные машины; 25 – измерительный стенд массы

Редукционно-калибровочный блок (РКБ) используется для увеличения типоразмера продукции окончательных технологических операций при прокатке, а также для достижения максимально приближенных значений допуска. РКБ состоит из трех прокатных клетей (№ 22 горизонтальная – № 23 вертикальная – № 24 горизонтальная), которые приводятся в движение отдельными электродвигателями, которые в конфигурации установлены рядом друг с другом в компактной установке с целью достижения надежного направления заготовки. Различные изменения типоразмера продукции осуществляются на первых двух клетях, третья клетка используется для окончательной обработки с невысоким уровнем обжатия.

Основная проблематика. На сегодняшний день существует две основные утвержденные схемы калибровки РКБ, позволяющие получать сортовой прокат в прутках.

Калибровка для профилей $\varnothing 20\text{--}30$ мм использует все прокатные клетки РКБ (№ 22–24). Формирование конечного профиля происходит по системе калибров Овал–Овал–Круг, с соответствующими 2- или 4-роликовыми коробками позволяют получить стабильные геометрические размеры повышенной точности по всей длине раската на небольшом количестве материала. Причиной этого является неустойчивое положение овальной полосы в 2-роликовой коробке 23-й предчистовой клетки и 24-й чистовой клетки. Минимальный износ роликов коробки приводит к отклонению раската от перпендикулярного положения относительно 24-й роликовой коробки и клетки. Соответственно овальная полоса заходит в 24-ю клетку под углом, формирование конечного круга происходит с большей овальностью и соответственно допусками. Быстрая замена с точной установкой привалковой арматуры при производстве с такими допусками в условиях прокатного стана является проблематичной. Замена с установкой в условиях участка вальцетокарной мастерской является более точной, но продолжительней по времени.

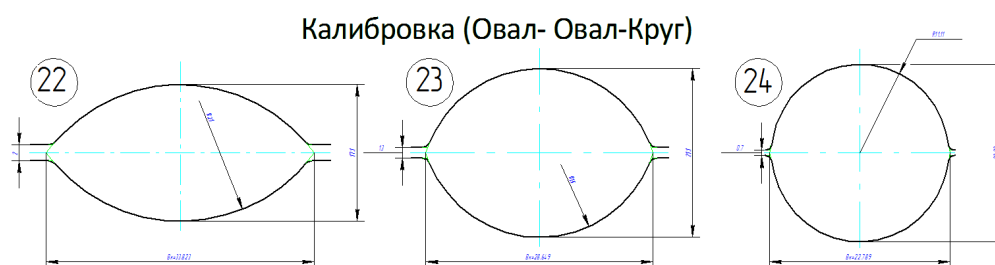


Рис. 3. Упрощенная схема калибровки РКБ по Овал–Овал–Круг

Ввиду имеющихся недостатков калибровки по схеме Овал–Овал–Круг в данный момент процесс прокатки осуществляется по схеме Овал–Круг. То есть в процессе не задействованы 24-я клетка и роликовая коробка, а формирование конечного профиля происходит из более плоского овала 22-й клетки. Данная схема позволяет стабильно производить $\varnothing 20\text{--}30$ с точностью нормального допуска на размер, без частых остановок на контроль и замену 24-й роликовой коробки. Но получение геометрических размеров повышенной точности по данной схеме не представляется возможным ввиду отсутствия калибровочной клетки и более глубоких вытяжек 22-й и 23-й клетей.



Рис. 4. Упрощенная схема калибровки РКБ по схеме Овал–Круг

Оценка эффективности действующей калибровки. Для оценки эффективности выбранных технологических решений, а также для оценки пригодности процесса были построены гистограммы и рассчитан индекс воспроизводимости процесса C_{pk} сортового проката номинальным диаметром 22 мм, производимой на стане 370/150 за период с ноября 2017 по февраль 2019 г. [2]. На рис. 5 и 6 показаны гистограммы Гаусса с показателями индекса воспроизводимости процесса двух различных калибровок при допуске на прокат с нормальной точностью. По DIN EN 10060 для сортового проката номинальным диаметром 22 мм допуск на геометрические размеры обычной точности составляет $\pm 0,5$ мм, допуск повышенной точности $\pm 0,2$ мм [3].

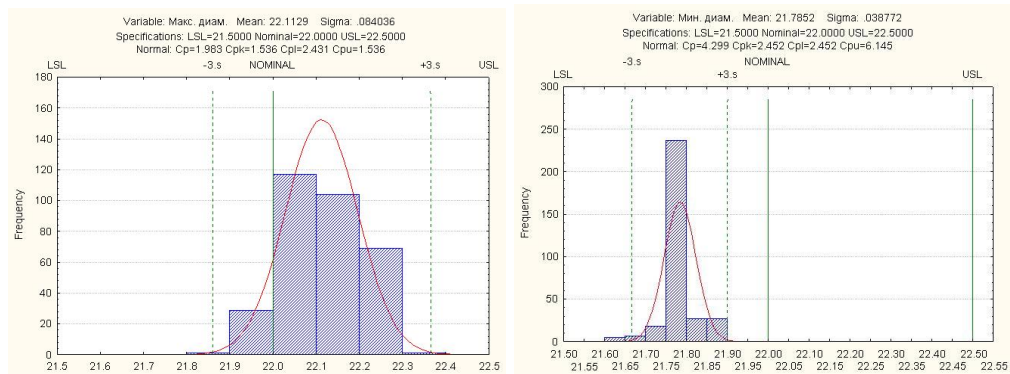


Рис. 5. Гистограммы Гаусса по воспроизводимости процесса проката с нормальной точностью для калибровки Овал–Круг

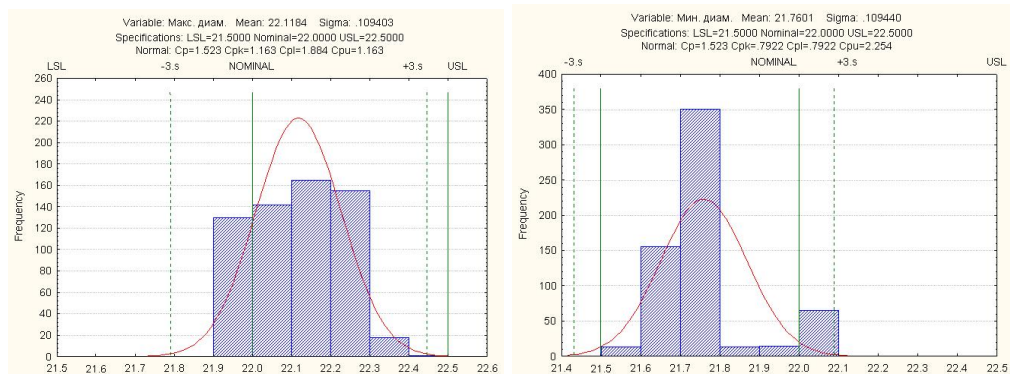


Рис. 6. Гистограммы Гаусса по воспроизводимости процесса проката с нормальной точностью для калибровки Овал–Овал–Круг

В табл. 1 представлены сводные значения индексов воспроизводимости процесса при прокатке по двум различным калибровкам, с допуском на размер нормальной точности и повышенной точности.

Таблица 1

Входные данные для проектирования

| Тип калибровки | | Овал–Круг | | | | Овал–Овал–Круг | | | |
|---|------|-----------|--------|-------|--------|----------------|-------|-------|-------|
| | | Ср | Срк | Срл | Сру | Ср | Срк | Срл | Сру |
| Допуск нормальной точности на размер $\pm 0,5$ мм | Мин | 4,299 | 2,452п | 2,452 | 6,145 | 1,523 | 0,792 | 0,792 | 2,254 |
| | Макс | 1,983 | 1,536 | 2,431 | 1,536 | 1,523 | 1,163 | 1,884 | 1,163 |
| Точный допуск на размер $\pm 0,2$ мм | Мин | 3,490 | 0,403 | 0,403 | 6,576 | 1,116 | 0,430 | 0,430 | 1,803 |
| | Макс | 1,251 | 0,407 | 2,095 | 0,4078 | 1,182 | 0,512 | 1,851 | 0,512 |

При показателе статистических данных Срк и Ср от 1,67 до 1,33 ширина интервала между контрольными нормативами в 8–10 раз превышает стандартное отклонение. Такой процесс считается хорошим (надежным).

При показателе статистических данных Срк и Ср от 1,33 до 1,0 ширина интервала между контрольными нормативами в 6–8 раз превышает стандартное отклонение. При приближении Ср к 1,0 вероятность появления брака составляет 0,27 %.

При показателе статистических данных Срк и Ср от 1,0 до 0,67, ширина интервала между контрольными нормативами всего лишь в 4–6 раз превышает стандартное отклонение. При приближении Ср к 0,67 вероятность появления брака достигает 4,56 %. Процесс протекает неудовлетворительно.

При показателе статистических данных Срк и Ср менее 0,67 ширина интервала между контрольными нормативами не превышает 4. Вероятность появления брака составляет более 4,56 %. Процесс не контролируем и должен быть остановлен до принятия определенных мер по его стабилизации.

Согласно статистическим данным видно, что процесс производства проката эффективен только для профиля обычной точности $\pm 0,5$ мм с калибровкой Овал–Круг и метастабилен для производства профиля повышенной точности $\pm 0,2$ мм для обоих типов калибровки.

Аналитическое описание модели. Полагая, что прокатные клетки и валки являются абсолютно жесткими, а условия проката не оказывают существенного влияния на формирование профиля (температура проката является постоянной и неизменной) определим ключевыми факторами, влияющими на формирование геометрических размеров профиля, давление металла на валки и межклетевое натяжение металла. Давление металла на валки можно определить по формуле (1):

$$P = p_{cp} F, \quad (1)$$

где p_{cp} – усредненное удельное давление в очаге деформации; F – площадь соприкосновения металла с валками [4]. Как видно из формулы (1), ключевым фактором, влияющим на давление металла, является форма и размер очага деформации, которые напрямую зависят от размера и формы калибра валка.

Для расчета межклетевого натяжения металла в работе [5] предложено дифференциальное соотношение, учитывающее характерные особенности межклетьевого деформирования и соответствующего реологического поведения металла. Однако

если не брать в расчет реологическое поведение металла при прокате в предшествующих клетях, то для расчета межклетевого натяжения возможно использование выражения, характеризующего натяжение между клетями $i-1$ и i [6] по формуле (2):

$$\sigma = \frac{\frac{D_i}{D_{i-1}} \cdot \frac{n}{n_{i-1}} \cdot \frac{1+S_{oi}}{1+S_{oi-1}} \cdot \frac{1}{\mu_{oi}} - 1}{K_{si-1} + K_{si} + K_{\mu i}}, \quad (2)$$

где D_i, D_{i-1} – катающие диаметры валков; n_i, n_{i-1} – частота вращения валков; $S_{oi}, S_{oi-1}, \mu_{oi}$ – значение параметров проката опережения и коэффициента вытяжки при свободной прокатке; $K_{si-1}, K_{si}, K_{\mu i}$ – технологические коэффициенты влияния натяжения на соответствующие параметры прокатки.

Согласно формуле (2), основными факторами, влияющими на межклетевое натяжение, являются: диаметр валков; количество оборотов валка; опережение; вытяжка. При этом коэффициенты $K_{si-1}, K_{si}, K_{\mu i}$ отражают количественную меру влияния натяжения на изменение параметров процесса прокатки. Чем меньше технологических коэффициентов, тем слабее влияние натяжения на соответствующие параметры процесса. Для сортопрокатного стана такие коэффициенты необходимо получать эмпирическим путем, что на действующем стане затруднительно.

Сравнительный анализ имеющихся схем калибровок. Наиболее перспективный способ определить энергосиловые и физико-механические показатели технологического процесса – численное моделирование ОМД. При использовании численного моделирования создается имитация реального процесса, который позволяет оценить распределение нагрузок на прокатные клетки. Моделирование процесса прокатки осуществляется с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Преимущество данного метода заключается в возможности проведения комплексного физико-механического анализа, который основывается на концептуальных положениях, законах и теоремах механики сплошной среды и деформируемого объекта. Объемная модель создавалась в программном комплексе САПР. Затем полученная модель загружалась в специализированный программный комплекс, предназначенный для моделирования процесса ОМД, где задавались входные данные с дальнейшим моделированием непосредственно процесса прокатки.

Для разграничения процессов калибровки по схеме Овал–Овал–Круг присвоим имя DAN (разработка Danieli), а калибровке по схеме Овал–Круг присвоим имя BMZ (разработка БМЗ). При построении численного моделирования учитывались граничные условия реального проката. Модели построены с максимальным приближением к процессу, входные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Входные данные для проектирования

| Входные параметры | DAN | BMZ |
|---|------|------|
| Температура начала проката, °С | 900 | 900 |
| Температура поверхности инструмента, °С | 50 | 50 |
| Температура окружающей среды, °С | 20 | 20 |
| Марка стали | 1008 | 1008 |

Окончание табл. 2

| Входные параметры | | DAN | BMZ |
|---------------------------------|----------|-------|-------|
| Диаметр подката, мм | | 27 | 27 |
| Обороты валков, об/мин | Клеть 22 | 568,2 | 604,9 |
| | Клеть 23 | 676,9 | 755,3 |
| | Клеть 24 | 757 | – |
| Вытяжка за проход | Клеть 22 | 1,120 | 1,170 |
| | Клеть 23 | 1,176 | 1,235 |
| | Клеть 24 | 1,115 | – |
| Суммарная вытяжка за проход РКБ | | 1,468 | 1,444 |



Рис. 7. Объемная модель прокатки по двум калибровкам DAN и BMZ

По результатам проведенного математического моделирования полученные данные представлены в сводной табл. 3.

Таблица 3

Выходные данные проектирования

| Выходные параметры | | DAN | BMZ | DAN* | BMZ* |
|--|------------|-------|-------|----------|------------|
| Максимальная нагрузка на клетки k_N | Клеть 22 | 40 | 102 | 39 | 108 |
| | Клеть 23 | 13,5 | 56 | 13/0,7* | 43/19* |
| | Клеть 24 | 1 | – | 3/1,5* | – |
| Крутящий момент прокатки N_m | Клеть 22 | 961 | 3071 | 943 | 3842 |
| | Клеть 23 | 386 | 2238 | 481/101* | 1330/7300* |
| | Клеть 24 | 6,5 | – | 107/544* | – |
| Максимальное напряжение, возникающее в очаге деформации, МПа | Клеть 22 | 36 | 95 | 36 | 95 |
| | Клеть 23 | 30 | 90 | 30/15* | 88/88* |
| | Клеть 24 | 20 | – | 20/20* | – |
| Геометрия готового профиля, мм | Макс | 21,72 | 22,34 | 21,57 | 21,92 |
| | Мин | 19,63 | 21,83 | 19,06 | 20,11 |
| | Овальность | 2,09 | 0,51 | 2,51 | 1,81 |

*Дополнительно спроектирован процесс проката с роликами вводной арматуры: ролики 23-й и 24-й клетки и для проекта DAN; ролики 23-й клетки для проекта BMZ.

После проектирования и расчета процесса существующих технологических решений выявлено, что процесс DAN по схеме Овал–Овал–Круг имеет не высокую вы-

тяжку на каждом из проходов. Относительно небольшая вытяжка влечет за собой незначительные энергосиловые затраты процесса проката. При этом с начальными параметрами (межвалковые зазоры, количество оборотов вала, форма калибра) не обеспечивает гарантированное получение геометрических размеров проката не только с высокоточным допуском, но и нормальной точностью. Соответственно данный процесс требует значительных трудозатрат настройки при производстве и высокую точность настройки при сборке клетей. Процесс DAN*, спроектированный с роликками вводной арматуры (ролики 23-й и 24-й клетей), также не показал положительных результатов, а лишь увеличил энергосиловые параметры проката за счет дополнительного сопротивления при удержании раската в роликах.

В процессе BMZ по схеме Овал–Круг геометрические размеры готового профиля соответствуют допуску нормальной точности при увеличении частоты измерений, на теле проката имеются сечения с допуском повышенной точности на прокат. Данный факт свидетельствует о метастабильном условии проката для получения допуска повышенной точности, но обеспечивает стабильное получение допуска нормальной точности. Процесс BMZ*, спроектированный с роликками вводной арматуры (ролики 23-й клетки), не существенно ухудшил геометрические показатели готового профиля. Причиной увеличения допуска послужили ролики 23-й клетки, которые в свою очередь создают дополнительный подпор при прокате.

Наложенные дополнительные граничные условия проката в виде роликов 23-й и 24-й клетей ухудшают анализ потока данных, дальнейшие исследования математических моделей будут происходить без них.

Заключение. Анализируя действующую систему калибровки на стане 370/150 как способ получения геометрического профиля сортового проката с точным допуском, выявлен ряд недостатков существующей технологии. Основная причина сложности получения стабильного проката с высокоточной геометрией – отсутствие учета межклетьевого натяжения как фактора управления показателями качества готовой продукции при производстве проката. Без глубокого анализа и принятия организационных, технологических и технических мероприятий на данный момент не представляется возможным стабильно, в серийном производстве получать высококачественный прокат с геометрическими допусками $\pm 0,2$ мм.

Литература

1. Чекмарев, А. П. Точная прокатка сортовых профилей / А. П. Чекмарев, Г. Г. Побегайло. – М. : Металлургия, 1968. – 236 с.
2. ГОСТ Р 50779.46–2012/ISO/TR22514–4:2017. Статистические методы управления процессами. – М. : Стандартинформ, 2014. – 51 с.
3. DIN EN 10060:2005. Стержни арматурные стальные круглые горячей прокатки. Размеры, допустимые формы и предельные отклонения. – DIN Немецкий институт стандартизации, 2004. – 10 с.
4. Обработка металлов давлением / Ю. Ф. Шевакин [и др.]. – М. : Интермет Инжиниринг, 2005. – 496 с.
5. Онищенко, И. И. Теория непрерывной прокатки / И. И. Онищенко, П. И. Куценко, А. И. Куценко. – Запорожье : ЗГИА, 1998. – 470 с.
6. Литье и металлургия / В. Н. Куваев [и др.]. – 2010. – № 3 (57). – С. 204–209.

ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

С. В. Верещак, В. И. Пищик

*Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель О. В. Обидина

Быстрорежущие стали используют для производства режущего инструмента, предназначенного для резания с высокими скоростями. Инструменты из быстрорежущих сталей обладают относительно невысокой теплостойкостью, средней твердостью, наибольшей прочностью при изгибе и ударной вязкостью, а также высоким пределом выносливости. Улучшение эксплуатационных характеристик быстрорежущих сталей является важной задачей, решение которой обеспечит экономию дорогостоящих материалов, энергии и трудовых ресурсов. В настоящее время для повышения эксплуатационных характеристик используются различные методы обработки, среди которых большое место занимает плазменная обработка.

В рамках представленных исследований образцы из быстрорежущей стали Р6М5 и Р9 подвергались плазменной обработке, сущность которой заключается в том, что изделия помещаются в вакуумную камеру на катод. Из камеры откачивается воздух и включается цепь питания источника высокого напряжения, благодаря чему между электродами создается разность потенциалов, величина которой устанавливается в пределах 0,2–3 кВ. В результате этого возникает пробой разрядного промежутка с возникновением тлеющего разряда. Далее, управляя источником высокого напряжения и вакуумными клапанами, устанавливается давление остаточных газов, напряжение горения разряда и плотность тока в необходимых пределах. По истечении времени обработки изделий в плазме тлеющего разряда высокое напряжение выключается. После чего производится напуск воздуха в камеру, а затем обработанные изделия извлекаются. Температура в камере в течение плазменной обработки контролируется и не превышает 343 К.

В исследованиях применялись электронно-микроскопический, рентгеноструктурный и дюрOMETрический методы анализа фазового состава, структуры и свойств поверхностного слоя. Измерение твердости рабочей поверхности образцов осуществлялось по методу Виккерса. Исследование влияния обработки в тлеющем разряде на износостойкость производилось на модернизированной установке, на базе серийной машины СМТ-1 для испытания материалов на трение и износ.

В результате исследований было получено, что обработка стали Р6М5 и Р9 в тлеющем разряде приводит к измельчению и перераспределению карбидной фазы в поверхностном слое глубиной до 20 мкм, снижению плотности дислокаций как в карбидной фазе, так и в матричном материале.

Обработка образцов из стали Р6М5 приводит к увеличению коэффициента износостойкости до 3 раз, а для стали Р9 – до 1,7 раза. После плазменной обработки твердость стали Р6М5 увеличивается до 12 %, а Р9 – до 20 %.

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЗЕРНА ПРИ ЗАКАЛКЕ
ЦЕМЕНТОВАННОГО СЛОЯ СТАЛИ 16MNGRS5
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ**

Е. П. Поздняков, Е. А. Парецкая, А. В. Мартьянов, С. Г. Папко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. В. Радионов

*ОАО «Гомсельмаш» – управляющая компания холдинга»,
Республика Беларусь*

А. А. Серафимович

*ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга БМК», г. Жлобин,
Республика Беларусь*

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. Диверсификация продукции отечественного металлургического комбината – «БМЗ – управляющая компания холдинга БМК» является одним из важных аспектов инновационной политики предприятия. Одно из направлений эффективного совершенствования современной бизнес-модели – постоянное освоение новых марок сталей, востребованных как в дальнем, так и ближнем зарубежье [1]. Один из таких сплавов – сталь 16MnCrS5, производимая в соответствии с EN10084, является заменителем широко известной стали 18ХГТ ГОСТ 4543–71. Мотивация предприятия, обусловленная устойчивым спросом западных партнеров на сплавы, соответствующие европейским нормативам, диктует необходимость вовлечения в круг потребителей стали 16MnCrS5 отечественных машиностроительных холдингов. Такой подход, с одной стороны – обеспечивает приемлемые с металлургической точки зрения качественные характеристики и рентабельность производства данного сплава. С другой, позволяет унифицировать инжиниринговые разработки в области машиностроительного производства между белорусскими и зарубежными предприятиями.

Цель исследования – изучение влияния режимов термохимической обработки стали 16MnGrS5 на морфологию и свойства ее науглероженных слоев.

Объекты и методики исследований. Объектом исследований являлись науглероженные слои стали 16MnGrS5. Цементацию в течение 8 ч при температуре 920 °С проводили в универсальной камерной печи с CASEMASTER AFS-242436, выдерживая значение углеродного потенциала на уровне 1,2 % в пересчете на массовую долю данного элемента в рабочей среде.

Поверхностную закалку токами высокой частоты осуществляли с использованием генератора ВЧГ-160. Объемную закалку проводили непосредственно из печи цементации с подстуживанием деталей до температуры 840 °С. Закалочная среда – масло. Температура отпуска – 200 °С, длительность – 1 ч.

Металлографические исследования проводили на оптическом микроскопе Метам РВ22. Травление микрошлифов осуществляли реактивом Каллинга и реактивами на основе хлорного железа и соляной кислоты.

Результаты исследований и их обсуждение. С технологической точки зрения оба названных сплава относятся к классу цементуемых сталей, в цикле обработки которых важное значение имеют практически все этапы. Особого внимания заслуживает режим термической обработки после цементации, в результате которого формируются окончательные свойства поверхностного слоя. По экономическим соображениям в последовательности переходов науглероживание–закалка–отпуск мо-

жет использоваться закалка ТВЧ. В результате существенно сокращается операционное время и не требуется больших энергетических затрат на использование камерных печей для объемной закалки. Кроме того, сердцевина металла приобретает высокую вязкость, благодаря тому, что режим предыдущей обработки – цементации, по своему результату в отношении к внутренним слоям металла близок к полному отжигу. Одним из основных недостатков закалки ТВЧ является высокая вероятность неконтролируемого повышения температуры аустенитизации, что неблагоприятно сказывается на росте зерна металла. Сравнительный анализ химического состава сталей 18ХГТ ГОСТ и 16MnCrS5 показывает, что в составе первого сплава присутствует до 0,09 % титана, сдерживающего рост зерна и снижающего вероятность перегрева при высокоэнергетических воздействиях. Отсутствие титана во втором сплаве требует учета склонности зерна к росту и актуализации режима закалки в направлении предотвращения перегрева поверхностного слоя.

Влияние обоих режимов закалки цементованного слоя стали 16MnCrS5 было изучено в условиях ОАО «Гомсельмаш» – управляющая компания холдинга». В соответствии с базовой технологией деталь «Цапфа» № КЗК-12-0290640 после науглероживания подвергали закалке (ТВЧ) и низкотемпературному отпуску. После чего сопрягаемую поверхность детали (защищенную от науглероживания) соединяли дуговой сваркой с остальными элементами сборочного узла. Окончательной операцией являлась механическая обработка (шлифование) наружной цилиндрической поверхности в зоне упрочненного слоя. В результате проведенной обработки отмечены случаи самопроизвольного отделения шлифованного поверхностно-упрочненного слоя (рис. 1). С момента окончания механической обработки до возникновения трещин проходило от нескольких часов до нескольких суток. В отдельных партиях деталей доля бракованных изделий достигала 30 %.

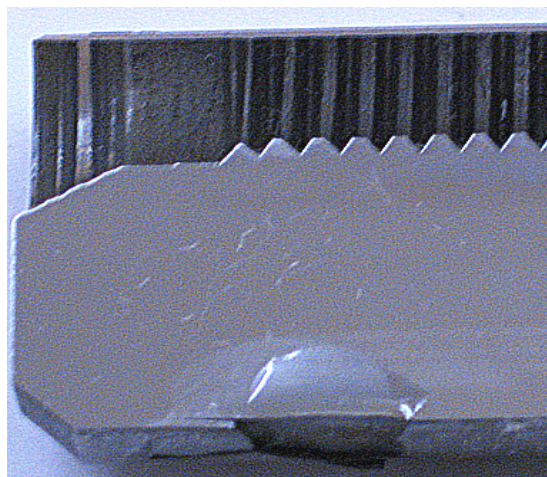


Рис. 1. Область структурных исследований в окрестности подповерхностных трещин детали «Цапфа» № КЗК-12-0290640

Анализ структуры поверхностного слоя показал, что в результате закалки ТВЧ возникал аномальный рост зерна упрочненного слоя. Продольные размеры отдельных структурных составляющих достигали 100 и более мкм, что соответствует 3–4-му баллу зерна согласно ГОСТ 5639. Межзеренные границы твердого раствора не могут быть описаны классическими категориями иллюстрации правильных гео-

метрических фигур. Они имеют морфологию, близкую к ледебуритной эвтектике железоуглеродистых сплавов с содержанием углерода свыше 2 % (рис. 2, а).

Внутризеренная структура, изученная с помощью травления реактивами на основе хлорного железа и соляной кислоты, отличалась игольчатым мартенситом, а также имела область высокого содержания остаточного аустенита в непосредственной близости к траектории продвижения трещины, отделяющей наружный упрочненный слой от сердцевины металла. Указанная зона практически не подвержена травлению. Размеры отдельных игольчатых кристаллов твердого раствора достигают величины порядка 8–10 мкм, что согласно ГОСТ 8233 классифицируется как среднеигольчатый мартенсит. Выявленные особенности фазового состава упрочненного слоя свидетельствуют о возникновении значительного градиента свойств из-за высокого содержания остаточного аустенита, а также снижения вязкости металла вследствие перегрева. Основными причинами отслоения упрочненного слоя после проведения шлифования стали высокие по величине остаточные напряжения сжатия. Совокупность всех технологических операций способствовала постепенному повышению их величины. Это обусловлено тем, что механическая обработка слоя, содержащего большое количество остаточного аустенита, всегда сопровождается его динамическим старением и превращением в мартенсит. Большой удельный объем α -фазы усиливает внутренние деформации наружного слоя, вызывая его выпучивание, которое в процессе старения сопровождается отслоением металла. Дополнительным неблагоприятным фактором, снижающим прочность сцепления сердцевины и наружного слоя, является утонение последнего в процессе шлифования. Его собственная жесткость уменьшается, и он теряет способность выполнять роль наружного бандажа, имеющего достаточную конструкционную прочность.

Альтернативная технология объемной закалки была применена с учетом выявленных выше структурных дефектов. Это позволило обеспечить высокую точность температуры нагрева – 840 ± 5 °С по всему сечению упрочненного слоя и детали в целом. Остальные переходы термической операции не изменяли. Поверхностный слой приобрел структуру среднеигольчатого мартенсита с равномерно распределенными кристаллами остаточного аустенита (рис. 2, б). Признаков перегрева не обнаружено. Последующая шлифовка упрочненных деталей не сопровождалась возникновением подповерхностных трещин, все детали из партии соответствовали требованиям контроля качества.

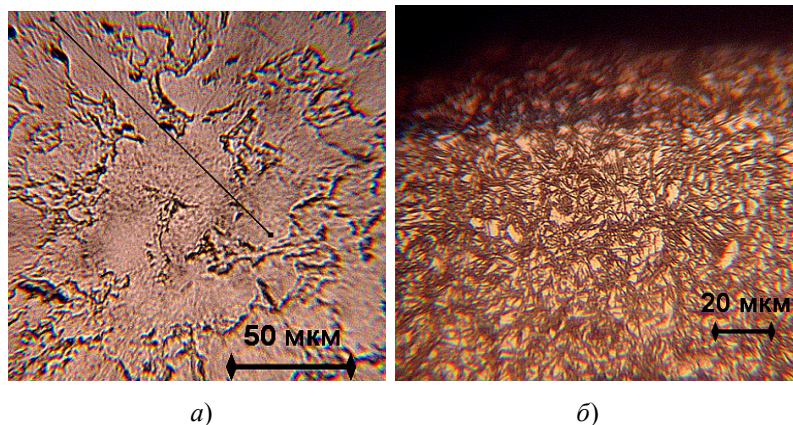


Рис. 2. Структура упрочненного слоя стали 16MnCrS5 после травления реактивом Каллинга: а – закалка ТВЧ; б – объемная закалка

Заключение. Полученные результаты показали, что в процессе термохимической обработки стали 16MnCrS5 важным технологическим параметром является температура аустенитизации науглероженного слоя перед закалкой. Точное соблюдение режима нагрева, достигнутое при объемной закалке, позволило избежать перегрева упрочненного слоя, который был зарегистрирован в случае закалки ТВЧ. Это в свою очередь устранило причину отслоения наружной поверхности детали после ее шлифовки.

Литература

1. Перетягина, Е. А. ОАО «БМЗ» – управляющая компания холдинга БМК»: визитная карточка Республики Беларусь / Е. А. Перетягина // Знак качества. – 2018. – № 1. – С. 6–9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЛИБРОВКИ РАСКАТНОГО СТАНА НА ГЕОМЕТРИЮ ЧЕРНОВОЙ ТРУБЫ

Я. И. Радькин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

В связи с увеличением выпуска сортамента труб, повышением требований к качеству бесшовных труб необходимо дальнейшее развитие и совершенствование технологического процесса прокатки горячедеформированных бесшовных труб. Таким образом, весьма актуальным является исследование и совершенствование процесса непрерывной прокатки труб с целью обоснования рациональных калибровок валков, скоростных режимов прокатки, повышения стойкости прокатного инструмента и улучшения качества горячедеформированных бесшовных труб.

Цель работы: определить влияние геометрии деформирующих калибров раскатного стана геометрию получаемой черновой трубы.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1. Провести численный эксперимент процесса раскатки труб с различной геометрией калибров.
2. Проанализировать полученные результаты моделирования и определить оптимальные тип калибров деформирующих клетей раскатного стана, позволяющих повысить качество геометрии черновых труб.

Для решения поставленных задач был выбран метод численного моделирования. В качестве исходных данных были использованы настроечные параметры и таблицы прокатки для получения трубного профиля 168,3 x 4,5 мм из стали 20. Был проведен ряд численных экспериментов процесса раскатки черновой трубы с различными калибровками деформирующих клетей. Сравнивались базовая калибровка, действующая на предприятии, и разработанная калибровка для получения трубного профиля 168,3 x 4,5 мм.

Был проведен анализ геометрии черновой трубы в очагах деформации клетей раскатного стана.

Результаты численного моделирования представлены в виде цветокодированных диаграмм распределения напряжений в поперечном (рис. 1, 2) сечении очага деформации каждой клетки раскатного стана.

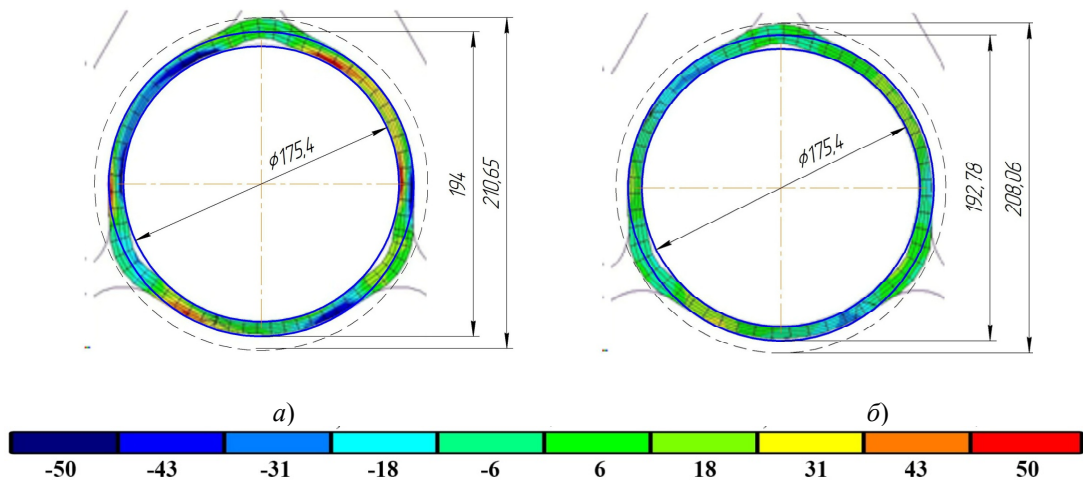


Рис. 1. Геометрия черновой трубу в поперечном сечении очага деформации деформирующей клетки 1, МПа:
a – базовая калибровка; *б* – расчетная калибровка

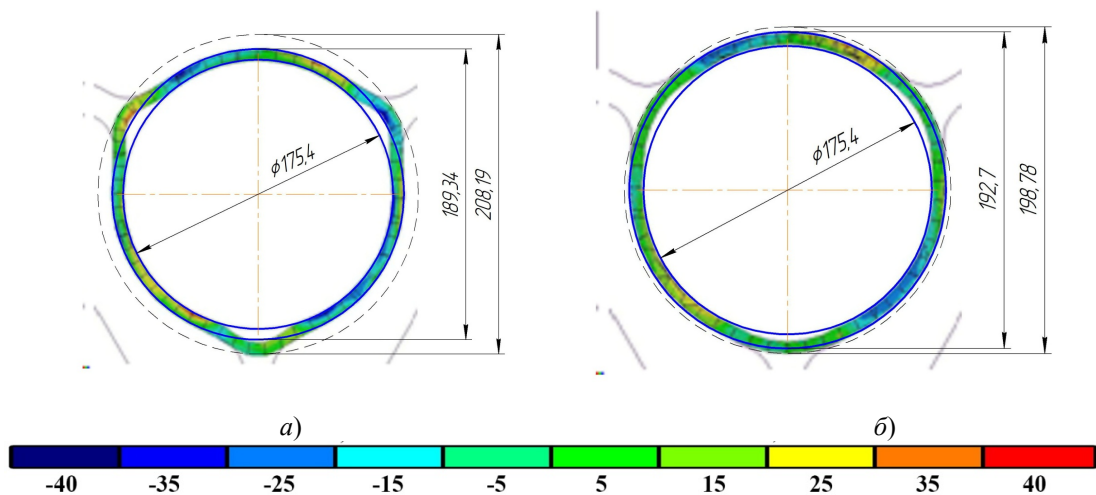


Рис. 2. Геометрия черновой трубу в поперечном сечении очага деформации деформирующей клетки 2, МПа:
a – базовая калибровка; *б* – расчетная калибровка

Разработанная калибровка позволяет снизить напряжения в продольном сечении очага деформации. Это достигается за счет того, что происходит более равномерное заполнение калибров раскатного стана. Уменьшается величина выпусков в деформирующих калибрах (см. рис. 1, 2) при использовании расчетной калибровки, это позволяет более равномерно распределить напряжения в сечениях очагов деформации, и равномерной деформации трубной заготовки, что приведет к получению более равномерной геометрии черновой трубы.

В ходе исследования был проведен анализ отклонения диаметра черновой трубы от заданного, результаты представлены в таблице.

Отклонение диаметра черновой трубы от заданного, %

| Параметры | Номер клетки | | | | |
|----------------------|--------------|-------|--------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Базовая калибровка | 1 % | 7,6 % | 9,05 % | 0,1 % | 0,1 % |
| Расчетная калибровка | 0,8 % | 7,3 % | 3,03 % | 0,05 % | 0,1 % |

В деформирующих клетях 2 и 3 при раскатке отклонение формы происходит за счет образования выпусков. Увеличение выпусков может привести к образованию неравномерности напряжений по сечению заготовки и появлению дефектов на поверхности черновой трубы. Таким образом, применение расчетной калибровки для процесса раскатки при получении трубного профиля 168,3 x 4,5 мм из стали 20 позволит повысить качество черновой трубы.

Заключение. Разработана калибровка валков для раскатки профиля трубы 168,3 x 4,5 мм из стали 20, позволяющая повысить равномерность напряжений в очаге деформации и повысить качество получаемой черновой трубы.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОКАТКИ НА КАЧЕСТВО ПРУТКА
ИЗ ШАРИКОПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ СТАНА
370/150 ОАО «БМЗ»**

С. А. Савченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Астапенко

Объектом исследования в работе является технологический процесс прокатки шарикоподшипниковых (ШХ) сталей на линии сорта в условиях СПЦ-2 ОАО «БМЗ».

Использование горячекатаных прутков в качестве заготовки для шариков, роликов подшипников накладывает дополнительные требования к прутку. Пруток относительно стандартных требований (ГОСТ 801, а также шкал международного стандарта SEP 1520) должен характеризоваться высокой упругостью и высоким сопротивлением усталости при малой хрупкости, отличаться высокой износостойкостью и прочностью. Также устанавливаются требования по размеру (или балльно-сти) структурной полосчатости, карбидной ликвации и карбидной сетке.

Чтобы добиться высокого сопротивления контактно-усталостному разрушению, важно обеспечить однородность состава и структуры металла. Наличие в стали крупных скоплений неметаллических включений, карбидная неоднородность, разнотернистость и другие составляющие приводят к концентрации микронапряжений в процессе эксплуатации и преждевременному хрупкому разрушению (выкрашивание, выщербинообразование, растрескивание и др.).

Нашедшие широкое применение подшипниковые стали типа ШХ15 имеют существенный недостаток, обусловленный структурной неоднородностью, вызванной особенностью их заэвтектоидного химического состава – высоким содержанием углерода (0,95–1,10 %). Эта приводит к развитию ликвационных процессов по углероду и образованию карбидной неоднородности [1].

Основными видами дефектов структуры ШХ-сталей являются [2]:

- карбидная ликвация – причиной возникновения является скорость охлаждения заготовки после разливки и выявляется в местных скоплениях карбидов (рис. 1, а);
- карбидная полосчатость – просматривается на продольных шлифах в виде чередования светлых и темных полос, направленных вдоль линии прокатки (рис. 1, б);
- карбидная сетка – выделения по границам зерен (рис. 1, в).

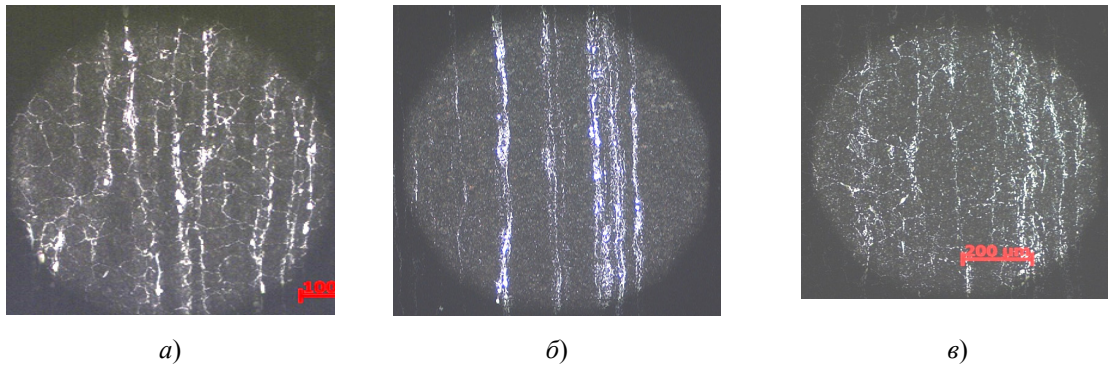


Рис. 1. Дефекты структуры ШХ-сталей при прокатке в СПЦ-2 ОАО «БМЗ»: а – карбидная ликвация; б – карбидная полосчатость; в – карбидная сетка

Основными факторами, определяющими величину роста зерна металла при горячей прокатке с рекристаллизацией, являются температура (рис. 2, а) и степень предварительной деформации (рис. 2, б) [3].

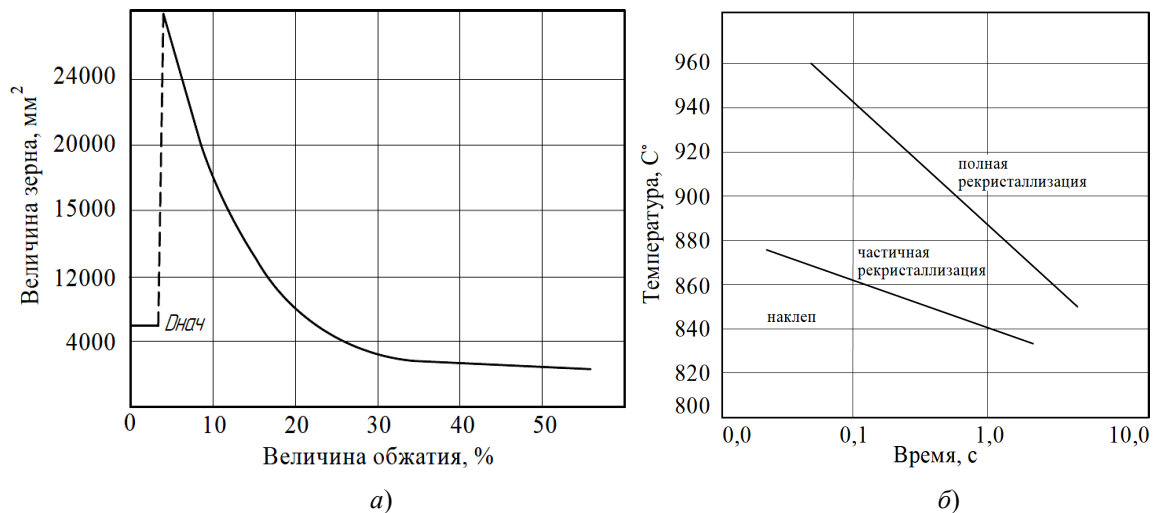


Рис. 2. Факторы влияния роста зерна структуры при прокатке ШХ-сталей: а – влияние зоны критической деформации на размер образующихся карбидных зерен при рекристаллизации; б – влияние температуры прокатки при рекристаллизации

Деформационный режим прокатки, в отличие от температурного, изучен не так широко и при расчете калибровок прокатки сортовых профилей в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» не учитывается [4].

В связи с появлением требований компанией Timken о регламентировании карбидной сетки на поставляемый прокат из ШХ-сталей согласно стандарту SEP 1520

проводилась адаптация существующей технологии проката под новые требования потребителя. Для этого проведена поэтапная корректировка режимов прокатки в трех компаниях.

При анализе результатов компаний прокатки круга 45 мм (табл. 1), наилучший эффект достигнут при температурно-скоростном режиме третьей компании от 20.05.2018 г. При этом режиме достигнуты следующие температуры: РКБ – 835 °С; холодильник – 735 °С. Максимальная вытяжка для круга 45 мм за один проход в РКБ составила $\lambda = 1,316$, при этом максимальное значение карбидной сетки составило 5,2 балла в центре и 5,2 балла на поверхности, что обеспечивает самые жесткие требования потребителя.

Технология прокатки для круга 36 мм, опробованная 01.05.2018 и 20.05.2018, оказалась не отработана и не гарантирует получения карбидной сетки 5,2 балла и менее. При этом нагрузка на электродвигатель составила 100 % (пик – 105 %), скорость прокатки составила 4,6 м/с.

Таблица 1

Параметры прокатки и структуры круга 45 в третьей компании

| Профиль, мм | Дата проката | Температура, °С | | | Карбидная сетка отверждения CN5 | Карбидная ликвация Сомкн. CZ6 | Карбидная ликвация раздр. CZ7 |
|-------------|--------------|-----------------|-----|-------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Г/С | РКБ | Холодильник | | | |
| 45 | 20.05.2018 | 1095 | 835 | 734 | 5,0/5,1 | 6,0/6,1 | 7,1/7,2 |
| | | 1087 | 831 | 729 | 5,0/5,1 | 6,2/6,3 | 7,2/7,4 |

Нужно отметить, что кроме профиля 45 по всем остальным обжатия согласно таблицам калибровки попадают в зону критических деформаций, приводящих к резкому росту карбидного зерна (табл. 2) [5].

Таблица 2

Режимы обжатия в чистовых клетях для сортовых профилей стана 370/150

| Профиль | Вытяжка | | Профиль | Вытяжка | |
|---------|---------------|-----------|---------|---------------|-----------|
| | РКБ (1, 2, 3) | Суммарная | | РКБ (1, 2, 3) | Суммарная |
| 34 | 1,125 | 1,379 | 35 | 1,109 | 1,264 |
| | 1,184 | | | 1,132 | |
| | 1,035 | | | 1,007 | |
| 50 | 1,139 | 1,426 | 48 | 1,218 | 1,548 |
| | 1,199 | | | 1,214 | |
| | 1,044 | | | 1,047 | |
| 36 | 1,109 | 1,318 | 45 | 1,316 | 1,721 |
| | 1,142 | | | 1,281 | |
| | 1,041 | | | 1,021 | |

Заключение. По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

– прокатка в чистовом блоке с обжатиями менее 20 % и более 5 % оказывается в зоне критической деформации, рекристаллизация после которой приводит к значительному росту карбидной фазы структуры – эти условия характерны для прокатки большинства профилей по действующим калибровкам;

– для стабильного получения низкого балла карбидной сетки (для ШХ-сталей) можно увеличивать обжатия путем регулирования межвалковых зазоров и использования промежуточных калибров старших веток калибровки – это позволит не перекалибровывать валки и отказаться от снижения температуры на конце прокатки, приводящего к сильному росту нагрузки на оборудование (100 % мощности и более);

– назначение обжатий с учетом влияния их величины на размер зерна структуры позволит управлять механическими характеристиками проката.

Л и т е р а т у р а

1. Спектор, А. Г. Структура и свойства подшипниковых сталей / А. Г. Спектор, Б. М. Зельберт, С. А. Киселева. – М. : Металлургия, 1980. – 264 с.
2. Влияние факторов нагрева на формирование карбидной сетки в стали ШХ15СГ / А. Б. Стеблов [и др.] // Литье и металлургия. – 2015. – № 2 (34). – С. 77–80.
3. Снижение карбидной сетки в стали ШХ15СГ / П. И. Ящерицин [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2014. – Т. 48, № 3. – С. 117–121.
4. Астапенко, И. В. Особенности горячей прокатки высоких полос в ящичном калибре / И. В. Астапенко, Д. М. Васильков // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 114–117.
5. Стрельченко, А. В. Исследование влияния геометрии ящичных калибров валков на образовании термоциклических трещин в условиях мелкосортно-проволочного стана горячей прокатки 370/150 ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК» / А. В. Стрельченко, И. А. Зуев, И. В. Астапенко // Черная металлургия : бюл. науч.-техн. и экон. информ. – 2019. – Т. 75, № 1. – С. 80–86.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАТКИ В ЯЩИЧНЫХ КАЛИБРАХ СИСТЕМЫ «КВАДРАТ–ПРЯМОУГОЛЬНИК–КВАДРАТ»

А. С. Хохлов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Калибровка клетей черновой группы универсальна и не зависит от конечного профиля. В условиях сортопрокатного цеха № 2 подкатом является непрерывнолитая заготовка прямоугольного сечения 250 × 300 мм или квадратного сечения 140 × 140 мм.

Процесс прокатки в клетях № 1–3 стана 370/150 происходит в ящичных калибрах (рис. 1) по схеме «квадрат–прямоугольник–квадрат» и относится к случаю прокатки высоких полос [1].

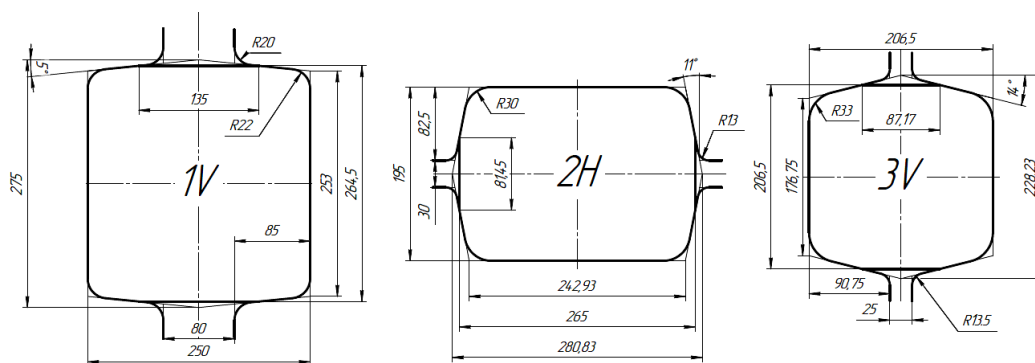


Рис. 1. Геометрия ящичных калибров в клетях № 1–3

При горячей прокатке высоких полос в ящичных калибрах возникают характерные зоны очага деформации, отличные от прокатки на гладких валках (рис. 2). Они влияют на характер и длительность стадий процесса прокатки, а также на формирование механических свойств полосы [2].

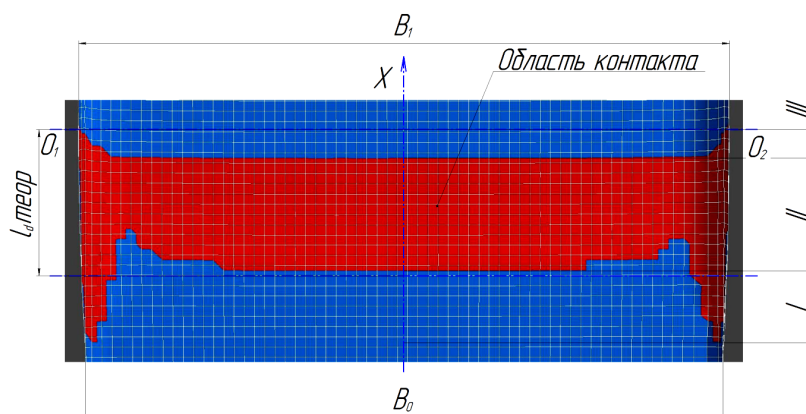


Рис. 2. Очаг деформации в калибре клетки № 1: O_1-O_2 – плоскость осей валков; X – ось прокатки; B_0, B_1 – исходная и конечная ширина полосы; I – зона контакта по выпускам калибра на входе в очаг деформации (ОД); II – зона одновременного контакта по выпуску и дну калибра; III – зона контакта по выпускам калибра на выходе из ОД; $L_{д, теор}$ – теоретическая длина дуги контакта

В деформационно-кинематическом и энергосиловом анализе процесса прокатки высоких полос с $L_{д}/H_{ср} < 1$ в ящичных калибрах основным параметром влияния на напряженное состояние принимается не сила контактного трения, а внешние зоны [3]. Это создает ряд особенностей, не учитываемых в традиционных методиках, приводящих к существенным погрешностям. Определить и учесть эти явления в методике расчетов параметров прокатки в ящичных калибрах – цель данной работы.

Исследования проводились в два этапа. На первом этапе были выполнены аналитические расчеты параметров очага деформации для прокатки в клетях № 1–3 с ящичными калибрами по известным методикам [4]. Определялись длина дуги прокатки $L_{д}$ и угол прокатки α (рис. 3). Влияние характерных факторов прокатки не учитывалось. Исходные данные для расчетов представлены в табл. 1.

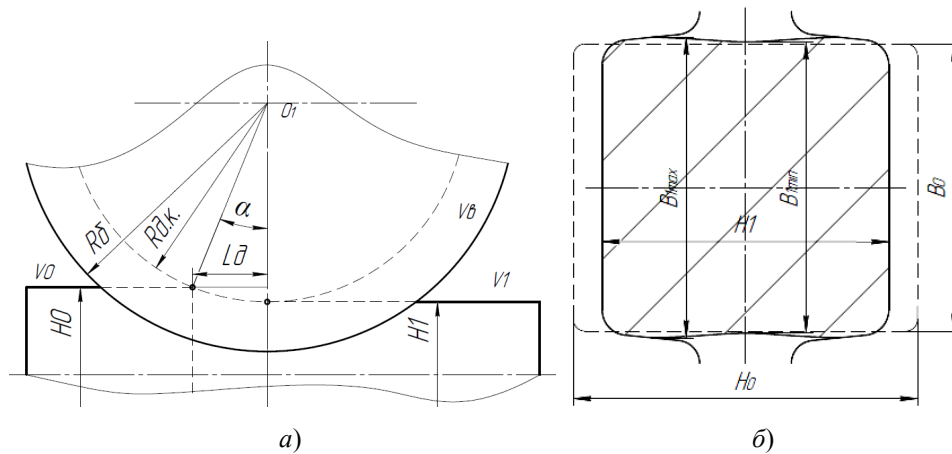


Рис. 3. Схема к расчету параметров деформации в калибрах клеток № 1–3:
а – контактной поверхности; б – сечения раската

Таблица 1

Исходные для расчета параметров процесса прокатки в клетях № 1–3

| Геометрические параметры прокатки полосы | | Клеть № 1 | Клеть № 2 | Клеть № 3 |
|---|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Высота полосы, мм | до прокатки H_0 | 300 | 264,5 | 365 |
| | после прокатки H_1 | 250 | 195 | 206,5 |
| Ширина полосы, мм | до прокатки B_0 | 250 | 250 | 195 |
| | после прокатки B_1 | 264,5 | 265 | 206,5 |
| Диаметр бочки вала $D_б$, мм | | 850 | 850 | 750 |
| Диаметр вала по дну калибра вала $D_{д.к}$, мм | | 680 | 685 | 568,5 |

Расчет геометрических параметров (рис. 3) произведем по следующим формулам [5]:

$$\alpha = \sqrt{\frac{(H_0 - H_1)}{R_{д.к}}} \cdot \frac{180}{\pi}; \tag{1}$$

$$L_{д} = \sqrt{(H_0 - H_1)R_{к}}, \tag{2}$$

где α – угол прокатки, град; H_0 и H_1 – высота полосы до и после прокатки в клетях, мм; $R_{д.к} = D_{к} / 2$ – радиус вала по дну калибра, мм; $L_{д}$ – длина дуги прокатки, мм.

Площади контакта и поперечного сечения прокатываемого металла в клетях № 1–3 определим по формулам [4]:

$$F_n = k_F (B_{0_n} + B_{1_n}) \sqrt{R_{к} (H_{0_n} - H_{1_n})}; \tag{3}$$

$$S_n = S_{n-1} \mu_{n-1}, \tag{4}$$

где F – площадь контактной поверхности вала с полосой; k_F – коэффициент влияния формы калибра; $R_{к}$ – радиус вала по дну калибра; S – площадь сечения раската в калибре; μ – коэффициент вытяжки в калибре; n – номер прохода от конца прокатки.

На втором этапе выполнен численный эксперимент процесса прокатки в клетях № 1–3 с ящичными калибрами в соответствии с параметрами технологического процесса стана 370/150 ОАО «БМЗ» [1]. Моделирование проводилось в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм. По результатам численного эксперимента были определены форма и размеры контактной поверхности очага деформации и сечения раската на выходе из калибров.

Параметры очага деформации определялись по результатам моделирования путем построения геометрии и расчета площадей в программном пакете Компас. Результаты аналитического расчета и численного эксперимента представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Результаты аналитического расчета параметров процесса прокатки в клетях № 1–3

| Технологические параметры | | Клеть № 1 | Клеть № 2 | Клеть № 3 |
|---|--------|-----------|-----------|-----------|
| Длина очага деформации L_d , мм | расчет | 125,5 | 154,3 | 128,9 |
| | модель | 118,425 | 142,844 | 120,716 |
| Угол прокатки α , град | расчет | 22,8 | 25,8 | 26,9 |
| | модель | 19,6 | 24,53 | 23,18 |
| Площадь контактной поверхности F_k , мм ² | расчет | 34930,3 | 39728,3 | 25887,1 |
| | модель | 30711,2 | 35625,9 | 22149,5 |
| Площадь поперечного сечения раската S_p , мм ² | расчет | 65136 | 50496 | 41310 |
| | модель | 64452 | 50133 | 40720 |

Сравнительный анализ результатов аналитического расчета и численного эксперимента (см. табл. 3) показывает, что применяемые в методике коэффициенты формы калибра k_F дают погрешность более 10 %. Расчет площади сечения раската также дает погрешность, сопоставимую с назначаемыми натяжениями в межклетьевых промежутках при определении скорости вращения валков (до 5 %). Поэтому в формулу (4) необходимо ввести поправочный коэффициент влияния сечения раската k_S .

Таблица 3

Результаты анализа расчета и численного эксперимента

| Расчетные коэффициенты | | Клеть № 1 | Клеть № 2 | Клеть № 3 |
|-------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| Влияния формы калибра k_F | расчет | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | модель | 0,439 | 0,448 | 0,428 |
| Влияния сечения раската k_S | модель | 0,989 | 0,993 | 0,986 |

По результатам исследования в применяемую методику для расчета деформационных параметров прокатки в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» были внесены изменения.

Литература

1. Стрельченко, А. В. Исследование влияния геометрии ящичных калибров валков на образование термоциклических трещин в условиях мелкосортно-проволочного стана горячей прокатки 370/150 ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК» / А. В. Стрельченко, И. А. Зуев, И. В. Астапенко // Черная металлургия : бюл. науч.-техн. и экон. информ. – 2019. – Т. 75, № 1. – С. 80–86.
2. Астапенко, И. В. Особенности горячей прокатки высоких полос в ящичном калибре / И. В. Астапенко, Д. М. Васильков // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 114–117.
3. Васильков, Д. М. Исследование параметров очага деформации полосы при прокатке в валках с ящичными калибрами черновой группы клетей стана 370/150 ОАО «БМЗ» / Д. М. Васильков, И. В. Астапенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 178–182.
4. Бобарикин, Ю. Л. Практическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Прокатка и волочение» по теме «Калибровка прокатных валков» / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 1997. – 68 с.
5. Теория прокатки : справочник / А. И. Целиков [и др.]. – М. : Металлургия, 1982. – 335 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА ЭЛЕМЕНТЫ СДВОЕННОГО
КАБЕСТАНА КАНАТНОЙ МАШИНЫ МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

И. А. Цырганович, Ю. В. Мартьянов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Использование сдвоенного кабестана на канатных машинах Ri-10M повышает прямолинейность металлокорда и снижает отклонение от формы резинового полотна с армирующим слоем из такого металлокорда. Конструктивные особенности работы узла сдвоенного кабестана увеличивают износ его деталей, что приводит к частым ремонтам оборудования и снижению производительности.

Цель: определить нагрузки на элементы сдвоенного кабестана канатной машины методом численного моделирования.

Используемый метод: конечно-элементное численное моделирование в программном пакете Компас-3D с помощью библиотеки ARMFEM: прочностной анализ.

На основании компьютерной модели [1] была построена численная модель узла сдвоенного кабестана.

Начальные условия:

- заделка – на опорах вала;
- зацепление – косозубое цилиндрическое;
- температура окружающей среды – 40 °С;
- плоскости контакта – определены системой автоматически;
- усилие на барабан – малый барабан 170 Н, большой барабан 230 Н.

Коэффициент трения – устанавливается автоматически в зависимости от материала.

Граничные условия: подшипники заменены на имитационные вставки; пружины заменены эквивалентной распределенной нагрузкой на диск; расчет принят статическим.

Параметры сетки конечных элементов:

- тип элемента – 10-узловой тетраэдр;
- максимальная длина стороны элемента, мм – 5;
- максимальный коэффициент сгущения на поверхности – 2;
- коэффициент разрежения в объеме – 3,5;
- количество конечных элементов – 155765;
- количество узлов – 309276.

На рис. 1 представлена сетка конечных элементов, построенная поверх компьютерной модели, а также наиболее интересные участки узла сдвоенного кабеля. Сетка конечных элементов была построена без искажений.

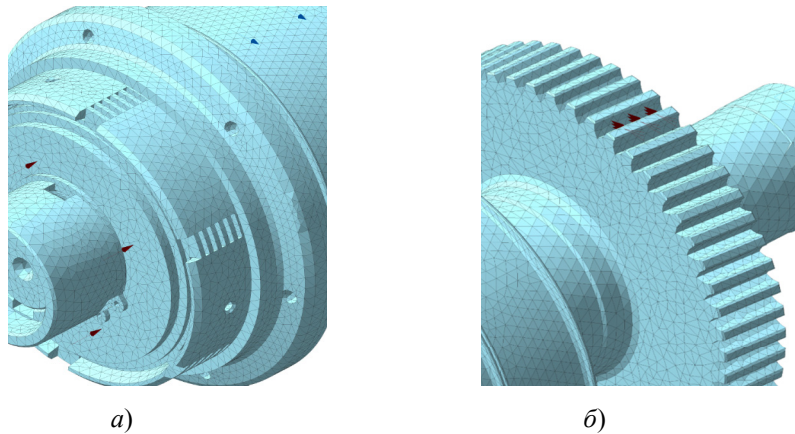


Рис. 1. Сетка конечных элементов: а – вид со стороны фрикционной муфты; б – вид со стороны зубчатого колеса

На рис. 2 показано перемещение с использованием масштабного коэффициента равным 10000 для большей наглядности представления.

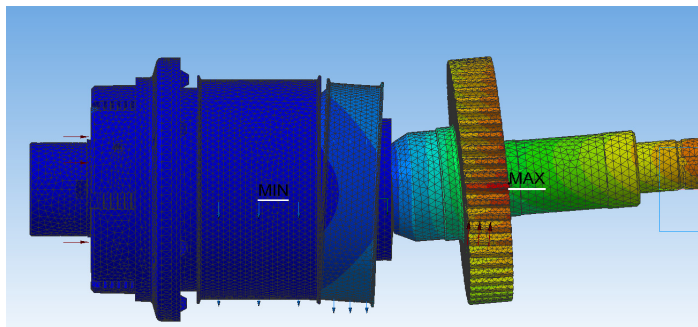


Рис. 2. Перемещение (масштабный коэффициент – 10000)

На рис. 2 видны наиболее нагруженные участки сдвоенного кабеля: зубчатое колесо, свободный конец вала и ступица зубчатого колеса.

Рис. 3 свидетельствует, что наименьший запас прочности в конструкции имеет зубчатое колесо, ступица и фиксаторы фрикционных дисков. Важно отметить, что при динамической нагрузке коэффициент запаса может уменьшаться до двух раз [2].

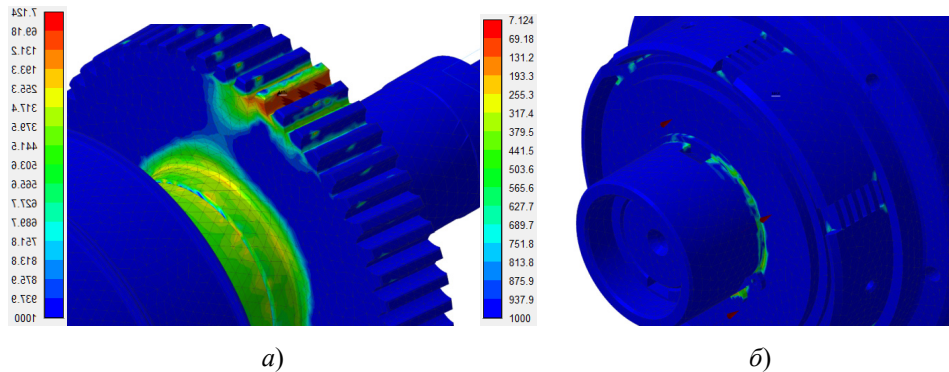


Рис. 3. Коэффициент запаса по пределу прочности: а – вид со стороны зубчатого колеса; б – вид со стороны фрикционной муфты

На рис. 4 представлен коэффициент запаса по усталостной прочности.

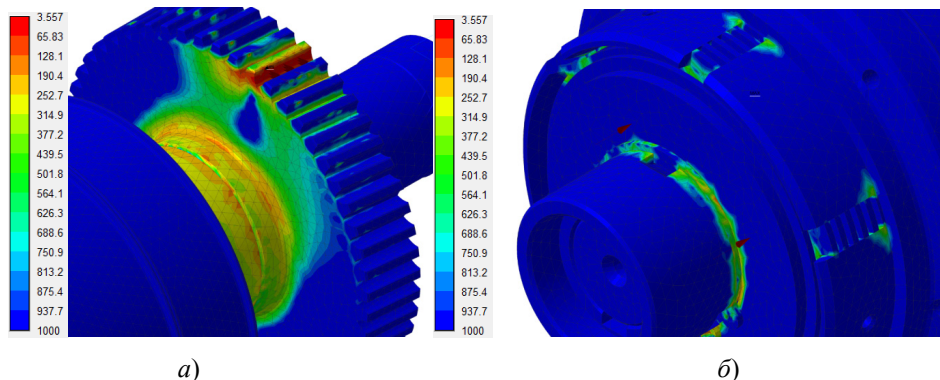


Рис. 4. Коэффициент запаса по усталостной прочности: а – вид со стороны зубчатого колеса; б – вид со стороны фрикционной муфты

На рисунке видно, что наименьший запас прочности в конструкции имеет зубчатое колесо, ступица и фиксаторы фрикционных дисков совместно с внутренними зубьями фрикционных дисков.

Заключение. Построена компьютерная модель узла сдвоенного кабестана канатной машины Ri-10M. Определены нагрузки на элементы узла сдвоенного кабестана канатной машины Ri-10M. При текущих параметрах нагружения узла наиболее нагруженными частями являются зубчатое косозубое зацепление и фиксаторы фрикционных дисков.

Литература

1. Мартьянов, Ю. В. Оптимизация конструкции сдвоенного кабестана с использованием компьютерного моделирования / Ю. В. Мартьянов, И. А. Цыганович // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 584 с.

2. Глушак, Б. Л. Исследование прочности материалов при динамических нагрузках / Б. Л. Глушак, В. Ф. Куропатенко, С. А. Новиков. – Новосибирск : Наука, Сибир. отд-ние, 1992. – 295 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ TiO_2 , SiO_2 И ZrO_2 ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ПЛЕНОК

П. С. Яночкин, М. И. Москвичев, А. С. Русыкин

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Е. Гайшун

Введение. Применение оптических приборов в различных областях науки и техники обуславливает повышенный интерес к материалам, в том числе и к тонким пленкам, которые используются для создания этих сложных устройств [1]. Одним из методов синтеза тонкопленочных покрытий является золь-гель технология, которая привлекательна не только возможностью получения покрытий, удовлетворяющих требованиям, которые выдвигает современное приборостроение, но и своей экономичностью, так как процесс формирования покрытий данным методом является менее энергозатратным по сравнению с другими технологиями и не требует наличия сложного и дорогостоящего оборудования [2].

Направленность данной работы определил тот факт, что любое изменение технологии получения тонких пленок обуславливает их финальные свойства. По этой причине было исследовано влияние температуры обработки золь-гель покрытий на их толщину и коэффициенты преломления, а также выполнено исследование морфологии поверхности части сформированных пленок.

Методика эксперимента и его результаты. Пленкообразующие растворы для получения исследуемых покрытий были приготовлены из изопророксида и этоксида титана, циркония и кремния. Методика синтеза данных золь-гелей включала в себя смешивание необходимого количества этоксида титана, пропоксида циркония и ТЭОСа с требуемым количеством изопропилового спирта, далее раствор подвергался перемешиванию и добавлению в полученную смесь концентрированной азотной кислоты.

Все исследуемые покрытия были сформированы методом центрифугирования при скорости вращения 2500 об/мин с использованием установки для прецизионного нанесения пленок APOGEE. Термообработка образцов проводилась в муфельной печи, выдержка при каждой температуре составляла 30 мин.

После получения покрытий были исследованы их оптические свойства: с помощью быстродействующего лазерного эллипсометра «ЛЭФ-757» измерены показатели преломления и толщина сформированных образцов. В рамках исследования проследили зависимость толщины и показателей преломления полученных пленок от температуры их обработки (табл. 1–3).

Таблица 1

Коэффициент преломления и толщина ZrO_2-Ti^{3+} покрытий

| Температура обработки, °С | Коэффициент преломления | Толщина, нм |
|---------------------------|-------------------------|-------------|
| 200 | 1,92 | 157,5 |
| 300 | 2,00 | 144,8 |

Окончание табл. 1

| Температура обработки, °С | Коэффициент преломления | Толщина, нм |
|---------------------------|-------------------------|-------------|
| 400 | 1,97 | 144,0 |
| 500 | 1,87 | 123,0 |
| 600 | 1,83 | 98,4 |
| 700 | 1,82 | 96,8 |
| 800 | 1,8 | 88,7 |

Таблица 2

Коэффициент преломления и толщина TiO₂ покрытий

| Температура обработки, °С | Коэффициент преломления | Толщина, нм |
|---------------------------|-------------------------|-------------|
| 200 | 1,97 | 139,0 |
| 300 | 1,99 | 132,6 |
| 400 | 2,12 | 131,1 |
| 500 | 2,15 | 117,9 |
| 600 | 2,14 | 92,5 |
| 700 | 2,11 | 90,9 |
| 800 | 2,09 | 86,0 |

Таблица 3

Коэффициент преломления и толщина SiO₂ покрытий

| Температура обработки, °С | Коэффициент преломления | Толщина, нм |
|---------------------------|-------------------------|-------------|
| 200 | 1,47 | 333,5 |
| 300 | 1,46 | 330,1 |
| 400 | 1,43 | 307,8 |
| 500 | 1,39 | 304,8 |
| 600 | 1,37 | 302,0 |
| 700 | 1,37 | 301,7 |
| 800 | 1,37 | 301,3 |

Результаты исследования показывают, что значение коэффициента преломления пленок на основе ZrO₂-Ti³⁺ изначально увеличивается с повышением температуры отжига до 300–400 °С, при данной температуре он достигает максимального значения $n = 2,0$. Дальнейший рост температуры приводит к снижению коэффициента преломления до $n = 1,8$ (при 800 °С). Это связано с формированием структуры ZrO₂-Ti³⁺ покрытия, которое происходит при температуре обработки свыше 400 °С. Схожая зависимость проявляется и у пленок на основе TiO₂: при температуре 600 °С происходит начальный переход кристаллической структуры матрицы от анатаза и брукита к рутилу, что способствует изменению коэффициента преломления, максимальное значение которого для данных покрытий составило $n = 2,15$ при 500 °С. В пленках на основе SiO₂ коэффициент преломления изменяется от $n = 1,47$ до стандартного для SiO₂ покрытий значения $n = 1,37$. Основываясь на полученных данных

(см. табл. 3), можно сделать вывод о том, что после удаления из покрытия всех продуктов реакции сформировалась устойчивая матрица на основе оксида кремния (при температуре 550–600 °С), коэффициент преломления с дальнейшим увеличением температуры отжига остается постоянным.

При оценке влияния температуры обработки на толщину всех полученных покрытий можно заключить, что при увеличении температуры отжига происходит уплотнение покрытия и формирование кристаллической структуры, так как наблюдается уменьшение толщины получаемых пленок. Покрытия на основе диоксида кремния характеризуются большей толщиной по сравнению с ZrO_2-Ti^{3+} и TiO_2 пленками. Толщина SiO_2 покрытий резко уменьшается от 333,5 нм (при 200 °С) до 307,8 нм (при 400 °С), при этом в дальнейшем практически не изменяется (см. табл. 3), что связано с окончательным формированием матрицы оксида кремния и выходом всех растворителей из покрытия.

В ходе работы были сформированы золь-гель пленки на основе TiO_2 и ZrO_2-Ti^{3+} , легированные наночастицами серебра и ионами церия. Формирование данных покрытий на подложке было выполнено методом центрифугирования с последующей термообработкой при температуре 500 °С. Были измерены толщина и коэффициенты преломления полученных покрытий. Состав пленок и результаты измерения представлены в табл. 4.

Таблица 4

Коэффициент преломления и толщина покрытий, легированных церием и серебром

| Состав | Коэффициент преломления | Толщина покрытия, нм |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------|
| $TiO_2 + Ce(1 \%)$ | 2,24 | 111,0 |
| $TiO_2 + Ce(1 \%) + Ag(0,5 \%)$ | 1,99 | 113,6 |
| $ZrO_2-Ti_3 + Ce(1 \%)$ | 2,04 | 124,5 |

Полученные данные иллюстрируют, что введение наночастиц серебра и ионов церия не оказывает влияния на толщину формируемых покрытий. Добавление ионов церия приводит к увеличению коэффициента преломления получаемых покрытий на 3–5 % для всех исследуемых матриц.

С использованием сканирующего зондового микроскопа «Solver P47 PRO» было проведено исследование морфологии поверхности пленок, легированных наночастицами серебра и ионами церия. Результаты исследования поверхности полученных покрытий представлены на рис. 1–3.

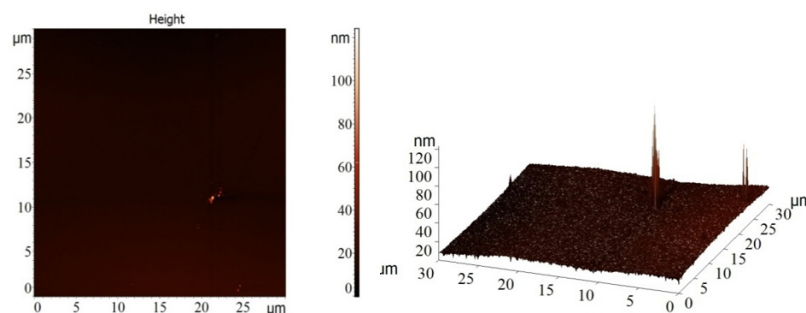


Рис. 1. Поверхность TiO_2 покрытия, содержащего 1 мас. % Се

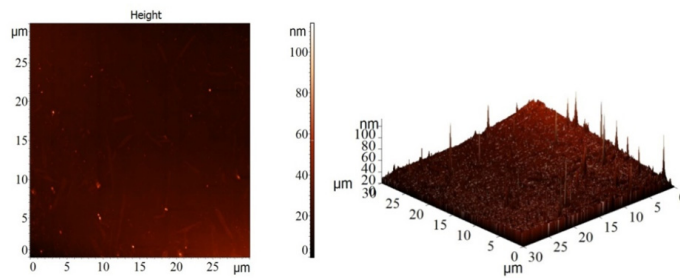


Рис. 2. Поверхность TiO_2 покрытия, содержащего 0,5 мас. % Ag и 1 мас. % Ce

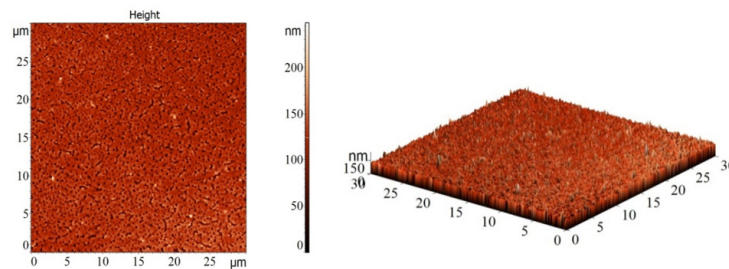


Рис. 3. Поверхность $\text{ZrO}_2\text{-Ti}_3$ покрытия, содержащего 1 мас. % Ce

Исследование морфологии поверхности легированных TiO_2 покрытий указывает на однородность и гладкость поверхности. Поверхность покрытия $\text{ZrO}_2\text{-Ti}^{3+} + \text{Ce}(1\%)$ характеризуется наличием пор размером 0,3–0,5 нм по всей поверхности покрытия.

Заключение. Сформированы различные тонкопленочные композиции на основе органических соединений кремния, титана и циркония. Измерены толщина и коэффициенты преломления полученных покрытий, исследована их зависимость от температуры термообработки, выполнено исследование морфологии поверхностей части сформированных пленок.

Полученные в результате работы данные будут использоваться для дальнейшего изучения оптических и структурных свойств тонкопленочных золь-гель покрытий.

Литература

1. Шабанова, Н. А. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов. – М. : Бином. Лаб. знаний, 2012. – 238 с.
2. Кашапов, Н. Ф. Вакуумные технологии нанесения функциональных покрытий / Н. Ф. Кашапов, Г. С. Лучкин, А. Г. Лучкин // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 2. – С. 340–345.

ВЛИЯНИЕ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ НИОБИЕМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРЯЧЕКАТАНОЙ АРМАТУРЫ

А. И. Пости

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Одним из наиболее эффективных микролегирующих элементов при производстве арматуры класса 500 является ванадий. Технология производства этой арматуры

является многостадийной и затратной, поэтому применение феррованадия делает производство ванадийсодержащей арматуры массового назначения нерентабельной. В связи с этим необходимо снижение себестоимости готовой продукции за счет замены феррованадия на феррониобий с сохранением всех механических, физических и эксплуатационных характеристик металла арматуры.

Цель работы: определить влияние количественного содержания ниобия в стали при различных температурно-скоростных параметрах прокатки в производстве горячекатаной арматуры S-500WC в бухтах на стане 370/150 ОАО «БМЗ» в соответствии с требованиями израильского стандарта SI 4466-3:2013.

Нормируемыми показателями механических свойств арматурной стали S-500WC всех профилей (№ 8–16) в соответствии с требованиями израильского стандарта SI 4466-3:2013 являются: предел текучести $R_e = 500–650$ МПа, пластичность $R_m/R_e = 1,15–1,35$, относительное удлинение A_{10} не менее 11 % и A_{gt} не менее 7,5 %.

Освоение технологии производства арматуры S-500WC в бухтах четырехстороннего периодического профиля происходило на трех плавках с различным содержанием ниобия (табл. 1).

Таблица 1

Содержание ниобия и углеродного эквивалента в разливочной пробе

| Номер плавки | Содержание ниобия, % | Углеродный эквивалент |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | 0,0594 | 0,515 |
| 2 | 0,0282 | 0,448 |
| 3 | 0,0241 | 0,422 |

Температура поверхности непрерывно литых заготовок сечением 140×140 мм после нагрева в проходной нагревательной печи стана 370/150 и последующем прохождении гидросбива перед задачей в первую прокатную клетку составляла 1080 ± 20 °С.

На рис. 1 представлена зависимость механических свойств арматуры S-500WC плавки № 1 микролегированной ниобием, от температуры самоотпуска в зоне виткообразователя. Выводы по рис. 1:

– при каждой последующей прокатке увеличивалась температура в зоне виткообразователя (температура самоотпуска);

– можно отметить, что до температуры 730 °С на виткообразователе стабильно имеем предел текучести выше 500 МПа. При увеличении этой температуры значение предела текучести снижается и увеличивается пластичность металла;

– во всех случаях прокатки эстафетных заготовок значение пластичности металла превышает требуемые (1,15–1,35) ввиду высокой прочности, данная ситуация объясняется химическим составом стали;

– во всех случаях производства арматуры № 8–14 при механических испытаниях образцов зафиксированы несоответствия A_{gt} , при норме не менее 7,5 %, большинство значений ниже или находятся на минимально допустимом уровне.

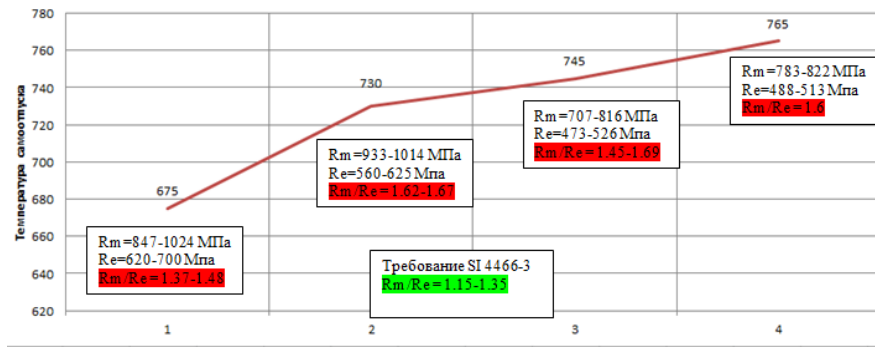


Рис. 1. Зависимость механических свойств арматуры S-500WC от температуры самоотпуска (в зоне виткообразователя): 1, 2 – № 8; 3 – № 10; 4 – № 14

Ввиду неполучения требуемых механических свойств в соответствии с требованиями израильского стандарта SI 4466-3:2013 на плавке № 1 было принято решение провести эстафетную прокатку плавки № 2 (температурно-скоростные параметры производства представлены на рис. 2) со скорректированным химическим составом по количественному содержанию ниобия и углеродному эквиваленту (табл. 1).

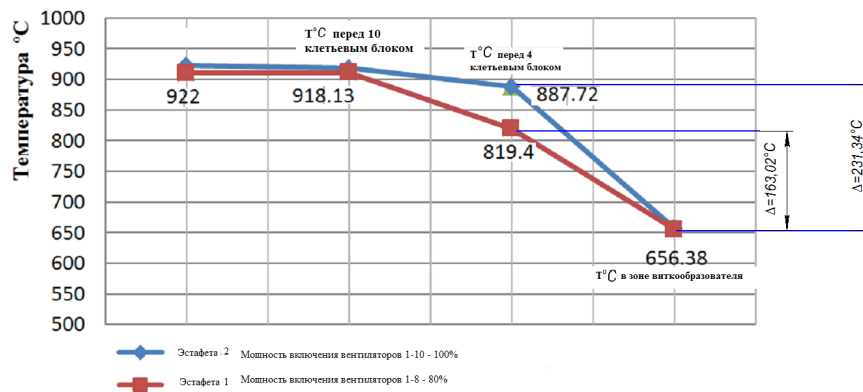


Рис. 2. Температурный режим производства арматурного проката № 8 марки стали S-500WC плавки № 2

По результатам эстафеты № 1 были получены несоответствующие значения механических свойств в соответствии с требованиями израильского стандарта SI 4466-3:2013, а именно отношение прочности к текучести R_m/R_e (при норме 1,15–1,35 фактически 1,36–1,43), остальные значения соответствовали стандарту. Данное несоответствие объясняется высокими значениями предела прочности $R_m = 711-736$ МПа.

С целью увеличения предела текучести для соответствия стандарту по механическим свойствам (показатель пластичности R_m/R_e) была проведена вторая эстафета, в которой был увеличен градиент между температурой перед ТМВ и температурой самоотпуска в зоне виткообразователя. Режимы двухстадийного охлаждения арматуры эстафеты № 2 представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2, температурный градиент увеличился на $68,32^\circ\text{C}$. Положительных результатов также достигнуто не было.

После проката эстафет двух плавки № 1 и 2 и проанализировав полученные результаты механических испытаний, которые не соответствуют требованиям израильского стандарта, было принято решение скорректировать химический состав стали в сторону уменьшения легирующих элементов, которые коренным образом сказыв-

ваются на механических свойствах стали, а именно снижено целевое содержание Nb и углеродного эквивалента (плавка № 3 из табл. 1). Температурно-скоростные параметры производства плавки № 3 представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Режимы двухстадийного охлаждения арматуры № 12, 14, 16
марки стали S-500WC**

| Время нагрева, ч : м : с | Скорость проката, м/с | Температура после г/с | Температура QТВ1 | Температура перед FFB | Температура перед ТМВ | Температура в зоне в/о | Вентиляторы 1–14 |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------|
| 2,5–3,5 ч | 26,2 | 1110–1115 | 970 | 880 | 790–810 | 630–645 | 100 % |
| | 19,7 | | 980 | 870 | | | |
| | 17,4 | | 980 | 930 | | | |

Все результаты механических испытаний после производства плавки № 3 табл. 1 по температурно-скоростным параметрам табл. 2 соответствуют требованиям изральского стандарта SI 4466-3:2013.

Также необходимо отметить, что для достижения требуемых температур в зоне виткообразователя при производстве арматуры S-500WC, микролегированной ниобием, температура деформации металла в ТМВ находится в зоне минимально допустимой, т. е. нагрузка и износ прокатного инструмента двухмодульного блока ТМВ гораздо значительнее в сравнении с производством арматуры S-500WC, микролегированной ванадием при данных температурно-скоростных параметрах.

Таблица 3

**Сравнительный анализ двух технологических режимов
производства арматуры S-500WC, микролегированной Nb и V**

| Номер профиля | Элемент микролегирования | Линейная скорость конца прокатки, м/с | Средняя производительность на профиле, т/ч | Температура самоотпуска, °С | Расход воды, м ³ /ч |
|---------------|--------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------|
| № 8 | Ванадий (V) | 59,2 | 80 | 680–700 | 160 |
| | Ниобий (Nb) | 51,9 | ≈70 | 620–640 | 180 |
| № 10 | Ванадий (V) | 52 | 98 | 680–700 | 200 |
| | Ниобий (Nb) | 45 | ≈85 | 620–640 | 210 |
| № 12 | Ванадий (V) | 37,4 | 100 | 680–700 | 180 |
| | Ниобий (Nb) | 26,2 | ≈70 | 620–640 | 220 |
| № 14 | Ванадий (V) | 29 | 105 | 680–690 | 225 |
| | Ниобий (Nb) | 19 | ≈70 | 620–640 | 230 |
| № 16 | Ванадий (V) | 22,3 | 104 | 670–690 | 235 |
| | Ниобий (Nb) | 17,4 | ≈81 | 620–640 | 250 |

Заключение. Разработан химический состав стали, позволяющий получить механические свойства арматуры S-500WC в соответствии с SI 4466-3.

На основе данного химического состава разработаны температурно-скоростные параметры производства арматуры S-500WC № 8, 12, 14, 16, микролегированной ниобием.

Выявлены основные факторы, влияющие на механические свойства арматуры S-500WC, микролегированной ниобием, такие как температура конечной деформации, способ водяного распределения и охлаждения в водяных камерах, температура самоотпуска. Установлены существенные различия в технологическом процессе производства арматуры, микролегированной ниобием и ванадием.

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРАВИЛЬНО-РИХТОВАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОЙ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ МЕТАЛЛОКОРДА 2x0,30SHT

Е. А. Парецкая

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов

Тонкая проволока диаметром 0,15–0,45 мм из стали 70–93 с тонким латунным покрытием толщиной около 5 мкм используется в производстве металлокорда для шинной продукции и рукавов высокого давления как армирующий элемент. Тонкая проволока должна иметь определенные механические и технологические свойства. Получают тонкую стальную проволоку тонким волочением на волочильных станах, исходной заготовкой служит проволочная заготовка, прошедшая разупрочняющую термообработку. Для достижения требуемых значений свойств тонкой проволоки используется правильно-рихтовальное устройство, установленное перед намоткой готовой проволоки на приемные катушки волочильного стана. Эффективность воздействия правильно-рихтовального устройства на свойства проволоки зависит от характера деформации проволоки в этом устройстве. В современном волочильном производстве важно определить конструкцию правильно-рихтовального устройства и влияние деформации проволоки на ее механические и технологические свойства.

Цель исследования: предложить конструкцию правильно-рихтовального устройства стана тонкого волочения и определить влияние деформации тонкой проволоки в правильно-рихтовальном устройстве на свойства этой проволоки.

Используемый метод: эксперимент в производственных условиях, аналитический расчет.

На рис. 1 представлена схема предложенной конструкции правильно-рихтовального устройства. На схеме проволока движется справа налево. Первый блок устройства по ходу движения проволоки 4, состоящий из трех роликов, два из которых диаметром 30 мм и один 26 мм, предназначен для снятия пиковых остаточных напряжений в проволоке по длине и сечению проволоки. Второй блок устройства 2, состоящий из девяти роликов диаметром 13 мм, предназначен для перераспределения и максимального выравнивания остаточных напряжений по длине и сечению проволоки. Третий блок 3, состоящий из трех роликов диаметром 16 мм, предназначен для формирования технологического свойства тонкой проволоки, связанного с величиной расстояния свободного отклонения между собой витков получаемой проволоки под воздействием дополнительно формируемых напряжений в проволоке. Вход и выход в устройство обеспечивают направляющие ролики 1.

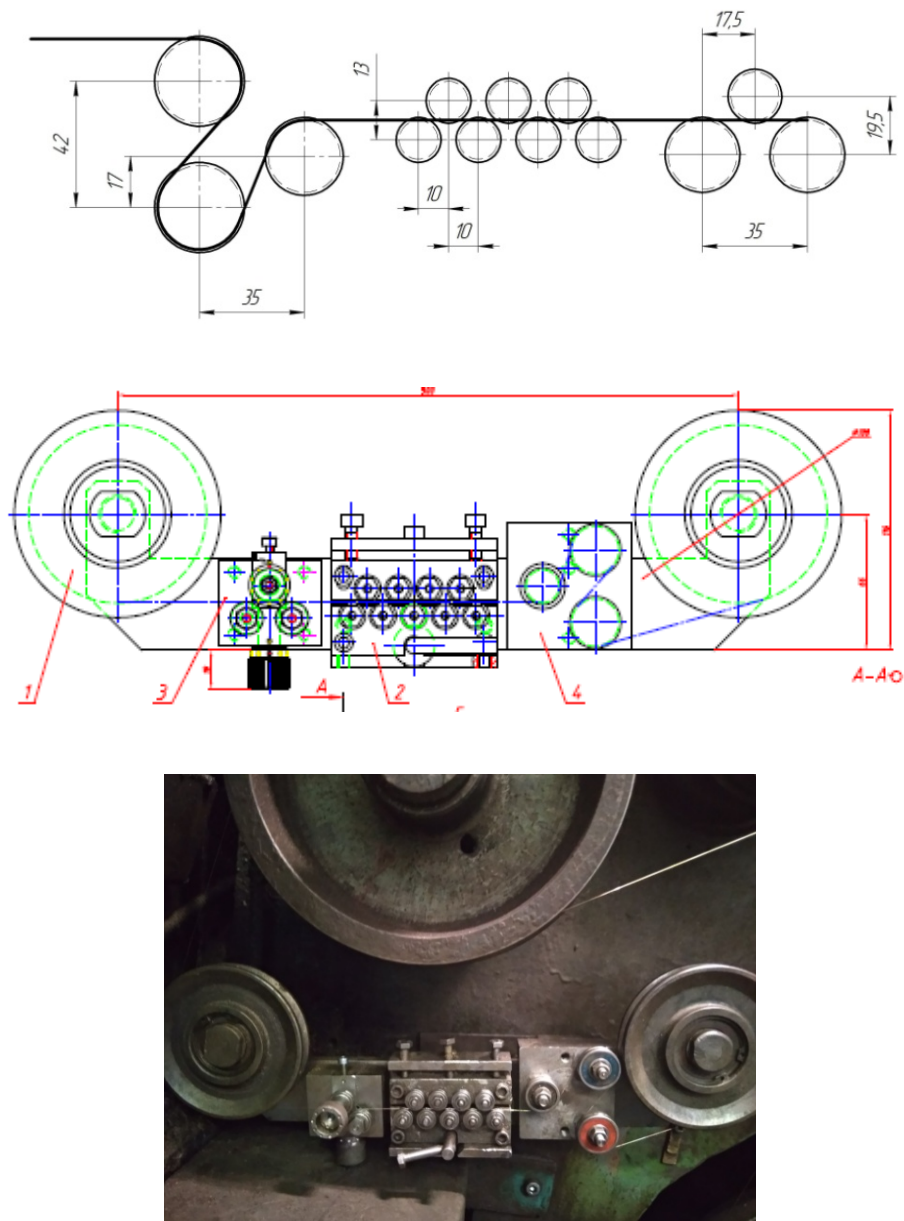


Рис. 1. Схема, конструкция и общий вид правильно-рихтовального устройства

Анализ воздействия правильно-рихтовального устройства на свойства проволоки проведен на примере волочения проволоки 0,30SHT из стали 80, используемой для свивки металлокорда 2x0,30SHT. Волочение и движение проволоки в устройстве осуществлялось со скоростью 10 м/с. Все опыты проводились для стали одной плавки № 379447. После волочения отбирались образцы проволоки. Образцы проволоки испытывались на механические свойства, на технологическое свойство по количеству реверсивных скручиваний проволоки до разрыва. Образцы проволоки также испытывались на определение остаточных напряжений на поверхности. Для этого один бок поверхности проволоки изолировался краской, а вторая сторона стравливалась кислотой на глубину a (рис. 2). После травления образец под действием неуравновешенных напряжений получал дополнительный изгиб (рис. 3). Направление изгиба проволоки показывает на преимущественно растягивающий характер поверхност-

ных напряжений. По величине этого изгиба (рис. 4) определялась величина остаточных напряжений на поверхности проволоки по предлагаемой формуле:

$$\sigma^* = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{Ed^2}{l^2} \cdot \frac{f}{a},$$

где σ^* – остаточные напряжения в исследуемом слое, МПа; E – модуль Юнга, МПа (в таблице); d – диаметр образца, мм, $d = 0,30$ мм; l – исходная длина образца, мм, $l = 100$ мм; f – величина прогиба образца, мм, без устройства $f = 19,52$ мм, с устройством $f = 16,34$ мм; a – глубина травленого слоя от поверхности образца, мм; $a = 0,05$ мм.

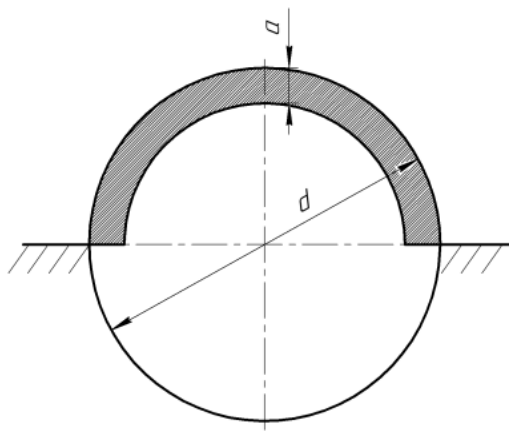


Рис. 2. Схема съема слоя материала цилиндрического образца

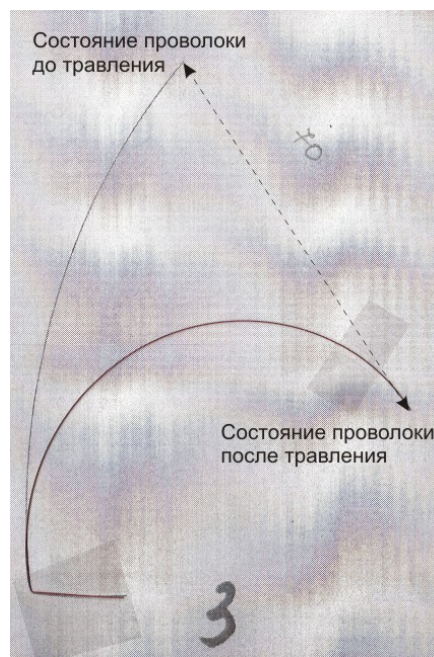


Рис. 3. Результаты лабораторных испытаний образцов на остаточные напряжения

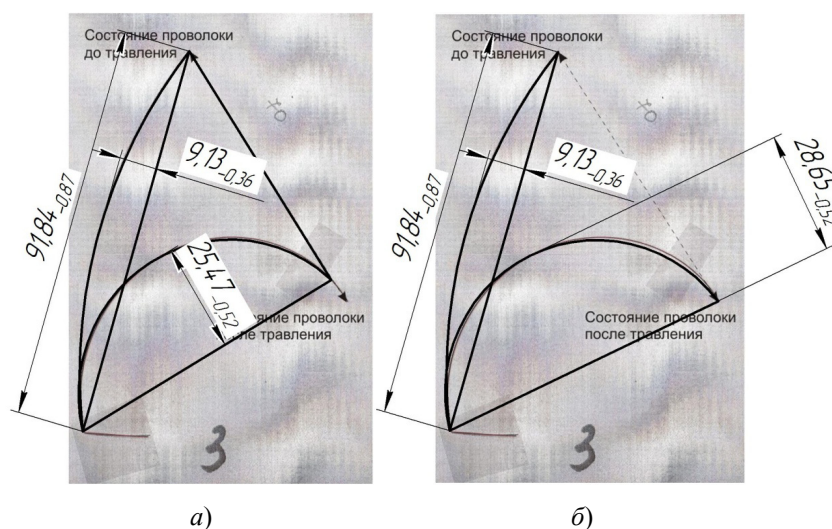


Рис. 4. Результаты определения величины прогиба образцов:
 а – изгиба образца, полученного с использованием устройства; б – изгиба образца, полученного без использования устройства

Результаты всех испытаний сведены в таблицу.

Свойства тонкой проволоки в средних значениях параметров

| Наименование механической характеристики | Без правильно-рихтовального устройства (5 опытов) | С правильно-рихтовальным устройством (4 опыта) |
|---|---|--|
| Временное сопротивление разрыву, МПа | 3270 | 3431 |
| Разрывное усилие, кН | 236,8 | 246 |
| Относительное удлинение после разрыва, % | 2,82 | 2,48 |
| Предел текучести, % | 92,2 | 95 |
| Модуль упругости, ГПа | 180,5 | 186 |
| Количество реверсивных скручиваний до разрыва проволоки | 6,5 | 7,5 |
| Смещение края образца после травления, мм | 67 | 63 |
| Остаточное напряжение поверхности, МПа | 513 | 429 |

Анализ результатов таблицы показывает, что механические характеристики проволоки остаются приблизительно на равном уровне в вариантах волочения с использованием правильно-рихтовального устройства и без его использования. Можно отметить небольшой рост количества реверсивных скручиваний в опытном варианте, что является положительной тенденцией и указывает на малый рост пластических свойств. Но количество опытных испытаний образцов проволоки не велико и требует дальнейшего подтверждения в расширенных испытаниях. Очевидно, что уровень остаточных напряжений на поверхности проволоки снижается с 513 до 429 МПа от воздействия знакопеременной деформации в правильно-рихтовальном устройстве. В этой связи можно утверждать, что использование этого устройства будет способствовать снижению уровня деформации ползучести под действием релаксации более низких остаточных напряжений в проволоке после изготовления металлокор-

да. Поэтому прямолинейность металлокорда после его изготовления с использованием правильно-рихтовального устройства в течение длительного времени должна увеличиться в течение длительного времени хранения.

ВЕРОЯТНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ НЕМЕТАЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

А. А. Синицкий

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: И. Б. Одарченко, В. А. Жаранов

Освоение партии стальных отливок запорной арматуры в литейном цехе ООО «Гусар» выявило проблему образования неметаллических включений на поверхности отливок и элементов литниково-питающих систем (рис. 1).

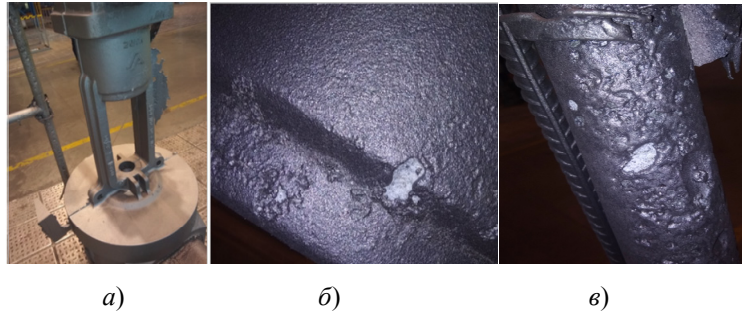


Рис. 1. Включения: а, б – на поверхности отливки;
в – на элементе литниково-питающих систем

Элементный анализ материала включений позволил идентифицировать кремний-минералогическую основу включений, что исключило вероятность образования засоров по вине формы и литейных стержней, изготовленных из смесей на хромитовом наполнителе. При повторной заливке экспериментально была исключена возможность образования дефектов с участием материалов противопожарного покрытия, клея для склейки стержней и ремонтной пасты для отделки швов. Было сделано заключение об экзогенной природе включений и в частности о возможности попадания в форму материалов, связанных с плавкой и разливкой металла.

Считается, что такие включения могут попадать в полость литейной формы из ковша при недостаточной выдержке металла в ковше и других нарушениях технологического регламента. Вероятность их образования при разливке жидкого металла через стопорное устройство практически исключена [1].

ООО «Гусар» для разливки стали применяет стопорные ковши емкостью 4 т (рис. 2, а). При их эксплуатации проверка герметичности прилегания пробки стопора к вкладышу стакана осуществляется просыпкой зоны пробки кварцевым песком на прогретом ковше непосредственно перед его использованием (рис. 2, б). Отсутствие просыпания песка из стакана является окончательным подтверждением готовности и работоспособности ковша, после чего он подается под заливку. При этом просыпной материал попадает в металл и предположительно может являться причиной образования засоров.

Для проверки такого предположения было проведено компьютерное моделирование процесса разливки с контролем потоков движения шлаковых частиц в ходе заполнения, выдержки и разливки стопорного ковша. Применяемая при этом конструкция и размеры ковша были полным прототипом ковшей, используемых в литейном цеху ООО «Гусар». При моделировании использовались возможности программного продукта NOVACAST, а в качестве исходных условий для моделирования были заданы: емкость ковша 4 т; температура расплава – 1620 °С; плотность кварцевого песка – 2500 кг/м³; диаметр частиц – 1 мм; плотность расплава – 7000 кг/м; ход стопора – 180 мм; диаметр стакана – 40 мм.

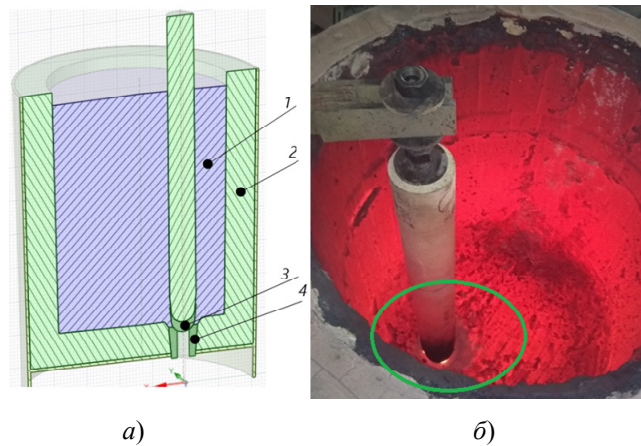


Рис. 2. Стопорный литейный ковш емкостью 4 т: а – схема: 1 – расплав; 2 – футеровка ковша; 3 – стопорная пробка; 4 – стопорный стакан; б – проверка правильности установки стопорной пробки с применением засыпки кварцевого песка

В основу расчетов был положен закон Стокса, позволяющий рассчитать скорость всплытия шлаковых частиц в расплаве:

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_M - \rho_{\text{вкл}})gr^2}{\eta_M}, \quad (1)$$

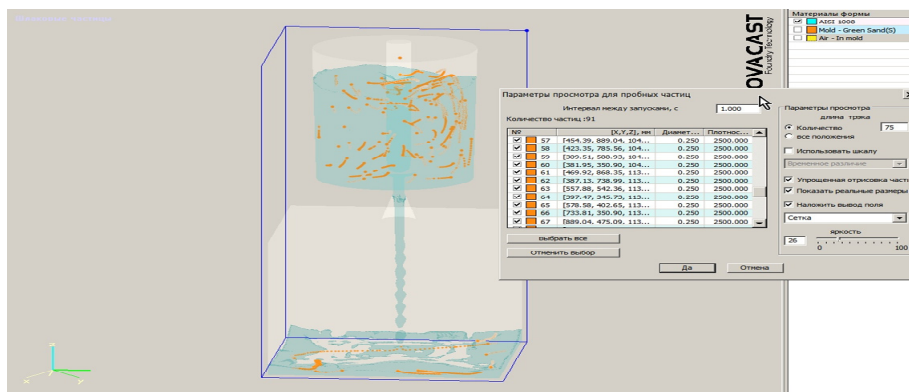
где v – скорость всплытия частицы, м/с; ρ_M – плотность жидкого металла, кг/м³; $\rho_{\text{вкл}}$ – плотность неметаллического включения, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус частицы, м; η_M – динамическая вязкость жидкого металла, Па · с.

Согласно уравнению скорость всплытия частиц кварцевого песка (в статике) составила 105,6 см/мин, что соответствует данным, приведенным в работе [2], согласно которым скорость всплытия включений диаметром 0,1 мм в стали составляет 80 см/мин. При такой скорости время всплытия частиц для ковша емкостью 4 т составит 52 с, что соответствует минимальному времени выдержки расплава перед заливкой.

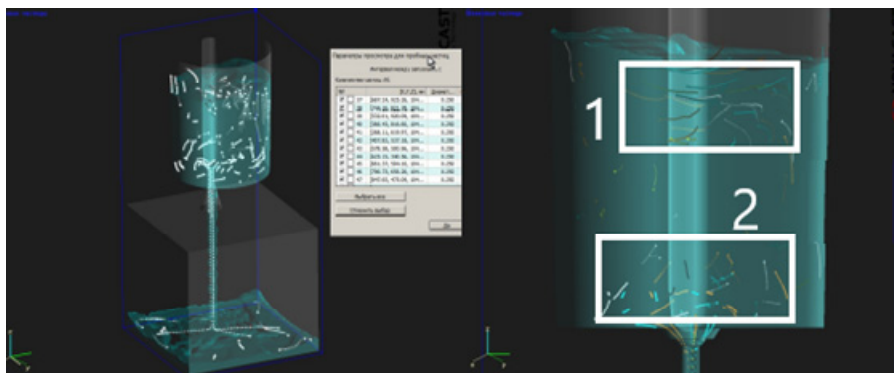
Следует отметить, что полученные данные объективны только для случаев всплытия частиц размером до 100 мкм, в реальных условиях вертикальное перемещение шлаковых частиц происходит в динамически подвижной жидкости, а их размеры зачастую превышают указанные размеры [3]. В частности, как показывают результаты моделирования, скорость всплытия и характер распределения включений

в значительной степени зависят от интенсивности и направленности конвективных потоков в расплаве. Из данных (рис. 3) следует, что скорость всплытия снижается при встречном нисходящем потоке и возрастает – при восходящем, характер распределения неметаллических включений при этом является хаотичным во всем объеме ковша [4]. Кроме того, на скорость и характер распределения неметаллических включений в расплаве влияют размеры включений, их состав, плотность, температура плавления; температура и вязкость сплава. Так, с повышением температуры расплава заметно уменьшается вязкость расплава, что изменяет характер и интенсивность движения шлаковых частиц. Как результат, фактическое время всплытия частиц на поверхность металла в ковше в 2–3 раза превышает расчетное. Для случая с использованием контрольной просыпки стопорного узла время выдержки металла для всплытия шлаковых частиц зачастую не имеет определяющего значения. Ввиду спекания (налипания) частиц кварцевого песка с разогретыми пробкой или стаканом по контуру в результате предварительного разогрева рабочей поверхности ковша и температурного воздействия расплава их отрыв может носить случайный характер. При этом попадание частиц песка возможно не только в начальный период заливки, но и в последующие периоды.

Моделирование данного варианта показывает, что неметаллические включения, образованные в нижней зоне стопора, с высокой степенью вероятности будут перенесены расплавом в форму. Результаты данного предположения представлены на рис. 4.



а)



б)

Рис. 3. Результат моделирования всплытия спеченных частиц песка в начальный период времени (а) и увеличенный вид (б)

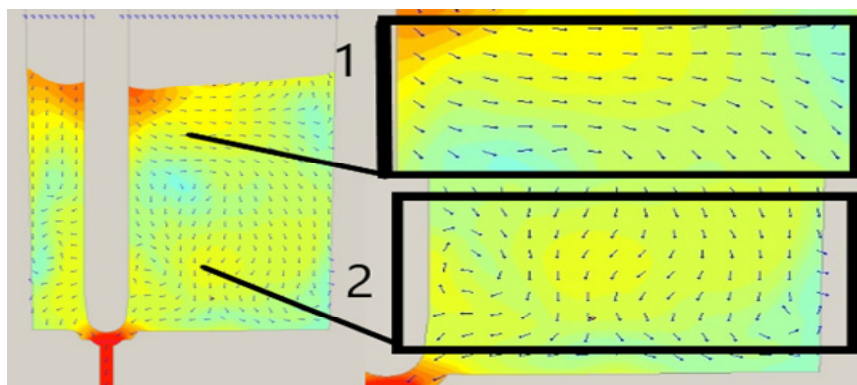


Рис. 4. Результат моделирования: направления вектора скоростей частиц неметаллических включений в ковше

Результирующий вектор движения включений в донной части ковша направлен вниз и обусловлен нисходящим потоком расплава (рис. 3, б; 1–2). Результаты моделирования наглядно демонстрируют возможность попадания частиц кварцевого песка в начальный период времени при условии спекания частиц с разогретой донной частью ковша. Для проверки результатов моделирования были проведена опытная заливка форм, при которой для проверки плотности прилегания стопорной пробки к стакану кварцевый песок был заменен на хромитовый песок. Изготовление форм и стержней было проведено со строгим соблюдением всех требований технологического регламента. Формы изготовлены по технологии Альфа-сет с применением наполнительной и облицовочной смесей. Облицовочный слой литейных форм специально изготавливался из смесей на основе кварцевого песка; облицовочный слой стержней изготовлен из хромитового песка; наполнительный слой из кварцевого наполнителя. Температура металла на начало заливки составила 1575 °С, время выдержки ковша после выпуска расплава из печи и до начала заливки форм составило 9 мин. При проведении визуального контроля (ВИК) кустов отливок на поверхности были обнаружены дефекты в виде неметаллических включений. В частности, на отливке типа «Корпус» поражена вся литниково-питающая система (рис. 5). Отливка была залита первой очереди. Дефект представлял собой полость, полностью заполненную неметаллическим материалом черного цвета, который был идентифицирован как хромит.

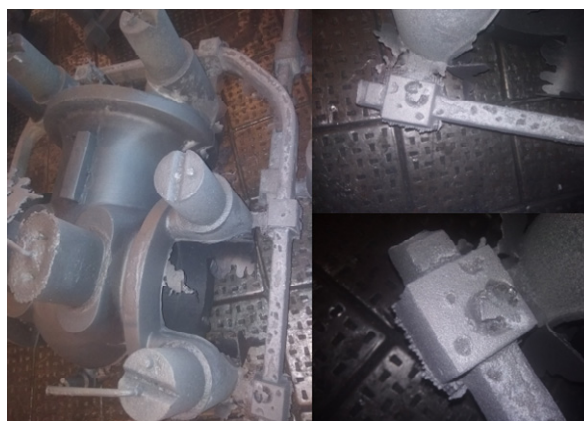


Рис. 5. Включения на поверхности литниково-питающей системы

Предпосылками к попаданию включений в форму при заливке могут быть:

– задержка частиц кварцевого песка у стопора в результате спекания с разогретыми пробкой или стаканом по контуру – выдержка ковша не приводит к всплыванию частиц (подтверждено в ходе опыта);

– недостаточное время выдержки ковша, при котором частично всплывшие частицы могут быть подхвачены расплавом. Условиями этого являются диаметр отверстия стакана (определяет массовый расход расплава при заливки), величина хода открытия стопора, высокая скорость нисходящего потока расплава, скорость и направление конвективных потоков в ковше. Очевидно, что в центре ковша поток будет восходящим, на стенках – поток будет направлен вниз. Резюмируя, можно утверждать что основной причиной образования дефектов на отливках является попадание кварцевого песка в литейную форму из стопорного ковша.

Л и т е р а т у р а

1. Нехендзи, Ю. А. Стальное литье : учеб. для металлург. и политехн. ин-тов / Ю. А. Нехендзи. – М. : Металлургиздат, 1948. – 223 с.
2. Производство стальных отливок : учеб. для вузов / Л. Я. Козлов [и др.] ; под ред. Л. Я. Козлова. – М. : МИСИС, 2003. – 192 с.
3. Поволоцкий, Д. Я. Раскисление стали / Д. Я. Поволоцкий. – М. : Металлургия, 1972. – 79 с.
4. Включения и газы в сталях / В. И. Явойский. – М. : Металлургия, 1979. – 145 с.

Секция III ЭНЕРГЕТИКА

БЕЛОРУССКАЯ АЭС И БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

М. В. Андрейчиков

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Научный руководитель В. М. Овчинников

Как известно, Белорусскую АЭС общей мощностью 2400 МВт планируется ввести в эксплуатацию к концу 2020 г. (первый блок к концу 2019 г.). Это позволит на 22 % увеличить энерговооруженность нашей страны, причем самым удобным видом энергии – электрической. При этом ежегодное замещение дорогого для нашего государства природного газа составит 5 млрд м³, а снижение выбросов парниковых газов в год – от 7 до 10 млн т.

Ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС позволит создать энергоемкие производства в Беларуси. К ним следует отнести электрический транспорт, который, особенно грузовой, может работать в ночные часы. Последнее, как известно, связано со спецификой работы АЭС. Известно, что АЭС имеет жесткую характеристику, т. е. мощность ее примерно одинакова, а не является мобильной в зависимости от потребления. Поэтому транспортные средства, имеющие в своей конструкции аккумуляторные батареи, могут подзаряжаться в ночные часы и в нерабочие дни. Следовательно, будет более полное, а значит, и наиболее экономичное использование мощности АЭС во время ее малой нагрузки, поскольку это достигается использованием «лишней» мощности, генерируемой электростанцией.

В наибольшей степени условиям возможного потенциального использования «лишней» мощности Белорусской АЭС удовлетворяет такая крупная транспортная система, как Белорусская железная дорога. Учитывая особенности и специфику функционирования железной дороги, целесообразно рассматривать варианты внедрения автономного электрического подвижного состава в маневровом движении, которое осуществляется, как правило, в пределах крупных транспортных узлов и где реально обеспечить всю инфраструктуру для обслуживания данного вида транспорта.

Внедрение на Белорусской железной дороге новых маневровых тепловозов серии ТМЭ (ТМЭ1, ТМЭ2, ТМЭ3) позволило существенно повысить экономико-экологические характеристики локомотивов в маневровой работе. Однако существенную роль в выполнении маневровой работы на сегодняшний день все еще играют устаревшие маневровые тепловозы серии ЧМЭ3, полностью заменить которые на сегодняшний день не представляется возможным. Экономические и экологические характеристики данных тепловозов не соответствуют многим современным требованиям, предъявляемых к данному виду подвижного состава. Как следствие, возникает необходимость проведения модернизации тепловозов ЧМЭ3. Таким образом, предлагается проводить модернизацию путем перевода данных локомотивов на автономную электрическую тягу.

Первый опыт в этом направлении показал Всероссийский научно-исследовательский конструкторско-технологический институт подвижного состава (ВНИКТИ), который по заказу Московской железной дороги разработал пока единственный локомотив аккумуляторный маневровый (ЛАМ), построенный на базе тепловоза серии

ЧМЭЗ. При этом сохранено основное оборудование тормозной системы. Силовая установка со всеми относящимися к дизелю системами и часть электрооборудования демонтированы. Оставлено лишь то электрооборудование, которое используется в схеме электровоза: тяговые электродвигатели, реверсор, контроллер машиниста, приборы освещения, защиты, сигнализации и связи. На освобожденном месте были размещены щелочные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи: четыре тяговые и одна для собственных нужд.

Однако применение никель-кадмиевых батарей на данном локомотиве повлекло за собой ряд существенных недостатков: продолжительная зарядка батарей (порядка восьми часов), узкий температурный диапазон эксплуатации, небольшая емкость силовой аккумуляторной батареи и, как следствие, низкий запас хода.

В последнее время все большее распространение получают литий-ионные аккумуляторные батареи. Производство литий-ионных аккумуляторных батарей представляет собой быстрорастущий и многообещающий сегмент рынка. Высокая емкость литий-ионных батарей, хорошие нагрузочные характеристики, а также возможность быстрой зарядки позволяют применять их на локомотивах.

Все литиевые аккумуляторы характеризуются достаточно высокой сохранностью. Потеря емкости за счет саморазряда не превышает 5–10 % в год. Одним из главных преимуществ литий-ионного аккумулятора является отсутствие «эффекта памяти», что делает аккумулятор нечувствительным к неполным циклам заряда-разряда и расширяет диапазон его эксплуатации.

Следовательно, модернизация силовой установки путем применения блока литий-ионных аккумуляторных батарей возможна. При этом блок аккумуляторных батарей заменяет собой дизель-генераторную установку и питает тяговые электродвигатели. Для модернизации силовой установки тепловоза ЧМЭЗ литий-ионной аккумуляторной батареей целесообразно выбрать батарею с наибольшей энергетической плотностью, так как имеются жесткие ограничения пространства установки, а также ограничение по массе.

Для соблюдения тяговых свойств локомотива силовая установка должна обеспечивать повторение внешней характеристики тягового генератора тепловоза ЧМЭЗ.

Литий-ионные батареи позволяют разряжать себя относительными токами до 2 С (С – номинальная емкость аккумулятора), при этом сохраняя прежнюю емкость и не подвергая батареи быстрому старению. Разрядка батарей током до 1,685 С позволит избежать просадки напряжения при низком уровне заряда и при эксплуатации в зимних условиях, что положительно сказывается на эксплуатации силовой аккумуляторной установки.

Согласно проведенным предварительным расчетам все затраты по модернизации тепловоза ЧМЭЗ с использованием блока литий-ионных аккумуляторных батарей в качестве силовой установки должны окупиться в течение шести лет.

Срок окупаемости проекта перевода локомотива на электрическую тягу рассчитан без учета затрат на приобретение электрической энергии от энергоснабжающих организаций, подчиненных ГПО «Белэнерго».

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169 «Об утверждении комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной станции» предусматривается установка электродвигателей на ТЭЦ энергоснабжающих организаций, подчиненных ГПО «Белэнерго», суммарной электрической мощностью 535 МВт. По мнению авторов, строительство котлов, особенно на ТЭЦ – мероприятие необходимое и направ-

ленное на интеграцию БелАЭС в энергосистему путем облегчения прохождения ночных минимумов потребления электрической энергии. В то же время его нельзя назвать экономически эффективным. Использование электрической энергии в электродкотлах на ТЭЦ для нагрева теплоносителя и последующего преобразования в электрическую энергию может привести к повышению себестоимости электрической и тепловой энергии.

Электроэнергию целесообразней использовать в реальном секторе экономики (в том числе на маневровом транспорте) даже с применением тарифа, равного нулю в ночное время. Это позволит существенно снизить себестоимость товаров и услуг наших предприятий, повысить привлекательность ведения бизнеса на территории Республики Беларусь для инвесторов, а также сократить затраты республиканского бюджета на мероприятия, направленные нахождение ночных минимумов электрической нагрузки в энергосистеме.

В случае перехода на аккумуляторную тягу изменяются и экологические характеристики тепловоза – выбросы загрязняющих веществ снижаются до нуля, тем самым значительно уменьшается негативное влияние на окружающую среду. В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется примерно 250 единиц маневровых тепловозов типа ЧМЭЗ. Суммарно за год они сжигают около 20 тыс. т дизельного топлива на сумму более 11 млн долл США. При этом в атмосферу выбрасывается почти 1 тысяч т загрязняющих веществ (угарного газа, диоксида азота и др.), а также несколько тыс. т углекислого газа, который является основным парниковым газом. Осуществление технически возможного перевода на электротягу не менее половины устаревших маневровых тепловозов ЧМЭЗ принесло бы ощутимый эффект в сферах энергосбережения, экономики и экологии.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СПОРТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ

В. А. Буяков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

На помощь современному человеку, лишенному достаточной физической активности, пришли различные тренажеры. Но инженерная мысль не стоит на месте, и сегодня можно встретить тренажеры, которые позволяют не только улучшить физическое состояние, но и вырабатывать электроэнергию во время тренировки.

Сама идея производства электроэнергии на фитнес-тренажерах не требует особых затрат на воплощение. Но при этом человек, выполняющий на тренажере постоянную монотонную работу, представляется идеальным источником получения энергии. Достаточно подключить к беговой дорожке или велотренажеру электрический генератор, который будет преобразовывать механическую энергию в электрическую, и аккумулятор, который будет хранить выработанную энергию.

Инновации. Тренажеры с генератором это энергонезависимые велотренажеры, имеющие крепкую конструкцию и высокие технические характеристики.

Данный тип нагружения тренажеров в основном состоит из коммерческих и профессиональных моделей. Диапазон использования тренажеров с генератором велик, их можно разместить дома, на даче, установить в спортзалах в зависимости от параметров запаса веса.

Один из фитнес-центров Великобритании под названием «Кэдбери Хаус» полностью переоборудовал свои тренажеры, превратив их в устройства, вырабатывающие электричество. Таким нехитрым способом клуб покрывает все свои расходы в электроэнергии и с некоторых пор не нуждается во внешних источниках. Надо отметить, что, кроме Великобритании, подобных клубов много в США, где их число растет с каждым годом.

Также в Сакраменто, Калифорния, недавно открылся новый тренажерный зал. Его отличие от обычных залов в том, что все велотренажеры, установленные в помещениях, оснащены генераторами электричества. По мнению руководства компании, вырабатываемое клиентами электричество не только поможет окупить затраты на приобретение тренажеров, но и снизит выбросы в атмосферу углекислого газа. Сама мысль о том, что кручение педалей поможет природе, по словам дирекции зала, может способствовать более эффективной тренировке посетителей.

И это уже не единичные случаи.

Распространенность. Преимущества развития инфраструктуры общественных спортивных площадок осознаются в тех странах, где недостаток физической активности населения сказывается на продолжительности жизни и состоянии здоровья людей, ведущих малоподвижный образ жизни и склонных к полноте.

Одним из эффективных методов повышения физической культуры являются уличные тренажеры, одинаково доступные всем возрастным группам и слоям населения, треть которого вообще не занимается никаким видом спорта. Разнообразие тренажеров, предназначенных для тренировки мышц, сердечно-сосудистой системы и для растяжек, а также игровой компонент делают спортивные площадки привлекательными как для детей, так и для взрослых. Дополнительным фактором привлекательности стало использование электрогенерации на площадках, чтобы преобразовывать кинетическую энергию в электрическую.

Английская компания TGO производит в Великобритании уличные тренажеры, за установку каждого из которых высаживается одно дерево. Главная заслуга компании состоит в разработке спортивного комплекса из тренажеров, вырабатывающих электроэнергию, которая может быть использована как для освещения площадки в темное время суток, так и для отправления в сеть или для подзарядки мобильных устройств. Диагностический центр площадки позволяет взвеситься и определить индекс массы тела. Спортивная площадка, состоящая из эллиптических, ножных и ручных велотренажеров, способна вырабатывать до 1 кВт · ч энергии в день. Каждый из тренажеров производит вплоть до 700 Вт энергии, во время стандартной тренировки пользователь вырабатывает от 50 до 100 Вт, видя на экране дисплея свои результаты. Такой энергетический стимул повышает посещаемость площадки «Зеленое Сердце TGO» и служит источником возобновляемой энергии.

Примеры. Автономный тренажер. Решение, лежащее на поверхности, – заставить тренажер, работа с которым требует длительных монотонных движений, вырабатывать электричество. Все решается подключением динамо-машины и аккумулятора, который будет собирать энергию. Стоит заострить внимание на британском фитнес-центре «Кэдбери Хаус», владельцы которого первыми в мире полностью перешли на автономные машины. Велотренажеры, беговые дорожки, эллиптические тренажеры переводят энергию посетителей центра в электроэнергию, полностью обеспечивая не только работу самих тренажеров, но и функционирование заведения. К тому же автономный фитнес-центр за счет своих инновационных тренажеров является еще и самым «зеленым» с точки зрения экологии спортивным залом.

Велосипед-кинотеатр. Еще одна интересная концепция, призванная объединить приятное с полезным, это велотренажер, энергия которого расходуется на показ телепередач или любимого фильма. Этот проект был реализован в рамках одного из кинофестивалей во Франции. Публике было предложено расположиться в удобных креслах и крутить педали для того, чтобы можно было смотреть фильм. Поскольку работа была коллективной, крутить педали пришлось непродолжительное время, а выработанной электроэнергии хватило на просмотр всего фильма. Высока вероятность того, что в будущем эта экспериментальная модель, позволяющая просматривать телевизор и одновременно заниматься спортом, будет очень популярна.

Студенты одного из технических университетов Франции представили на ежегодном кинофестивале в Сент-Этьене устройство, совмещающее для киноманов приятное с полезным и (о чудо!) не наносящее вред окружающей среде. Велотренажер, полностью собранный из вторсырья (в основном из коробок из супермаркетов, палетов, ящиков и т. п.), в рамках проекта молодых инженеров должен был обеспечить энергией работы кинозала. В итоге непродолжительное кручение педалей обеспечило показ целого фильма на фестивале.

Фитнес-тренажер и стиральная машина в одном лице. «Крути педали – стирай белье!» – наверное, таким был бы слоган рекламной кампании этого велотренажера, если бы Bike Washing Machine не был концептом. Несмотря на стадию тестирования, в которой находится машина, BWM уже неплохо справляется со своей основной задачей. Велотренажер переводит кинетическую энергию спортсмена в электроэнергию, которая используется для вращения стирального барабана. Который, кстати, расположен в самом тренажере. Производитель уверяет, что 20 мин тренировок хватит для одного цикла стирки. Если инновационный и компактный концепт воплотится в готовую модель, она будет популярным товаром среди холостяков-спортсменов и владельцев тесных квартир.

Этот проект пока находится на стадии разработки, но сама идея очень интересна. Тренажер под названием Bike Washing Machine призван исключить расход электроэнергии во время стирки белья. Вместо традиционных источников энергии будет выступать человек, который занимается спортом на велотренажере и приводит в движение стиральную машину. Существует и другая модель, которая будет работать за счет энергии человека, бегущего по дорожке, спроектированной в виде колеса.

Беговая дорожка – стиральная машина

Схожий с предыдущим аппаратом по концепту, тренажер – стиральная машина также создана для борьбы с лишним весом и пятнами на одежде владельца. Проект бегового тренажера дизайнер из Южной Кореи Си Хайонг Рю представила на ежегодной выставке Electrolux Design Lab. Девушку вдохновил хомяк, бегающий по кругу в своем колесе, поэтому тренажер – стиральная машина имеет сходство именно с этой игрушкой для домашнего питомца.

Расчет генерации электроэнергии

Исходные данные:

Группа из 83 человек.

Занятия на велотренажере два раза в день по 10 мин (20 мин/сутки).

Период занятий – 14 дней.

Кол-во повторяющихся занятий в год – 12.

В среднем езда на велосипеде от неспешной прогулочной до форсированной гонки по пересеченной местности теряется от 200 до 1000 ккал · ч (в расчете на 70 кг веса).

Поэтому среднее значение с немного форсированным дыханием и темпом выше среднего, с сокращенным временем для отдыха колеблется в пределах 500–600 ккал · ч.

В среднем на велотренажере теряется 200 ккал · ч.

Рассматриваемая группа занимается два раза в день по 10 мин. Это – 20 мин в сутки. Это примерно 66 ккал.

66 ккал = 276,144 кДж.

В сутки 83 человека, занимающиеся на велотренажере с генератором электроэнергии, вырабатывают при КПД 80 % – 18335,97 кДж.

За рассматриваемый период это превращается в 256703,5 кДж.

При таких темпах, рассматриваемая группа способна за год выработать 3080441,5 кДж энергии (855.6 кВт · ч).

Заключение. С развитием общества и прогресса наш мир стал как будто быстрее, а планета ускорила свой ход. Мы спешим на работу, толкаясь в общественном транспорте, во время работы бегаем по совещаниям, а иногда носимся по миру в командировках, по дороге домой мы спешим выбрать кратчайший путь и быстрее сменить деловой костюм на повседневную одежду. Дорожный трафик за окном стал быстрее, интернет поражает молниеносной скоростью, и кажется, что и мир стал меньше и доступнее. Чтобы не затормозить в общем потоке, мы ценим вещи за их универсальность, например, современный смартфон. Такой же тренд прослеживается и в бытовых вещах. Производители спортивной техники не стоят в стороне, а предлагают рынку смелые решения.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОАО «БЕЛШИНА» НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Е. И. Валько

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Широков

Энергетическая стратегия Республики Беларусь (РБ) направлена на обеспечение безопасности, надежности и бесперебойности работы энергетических систем. При этом обязательным условием является поставка потребителям электрической энергии высокого качества, поскольку плохое качество электроэнергии приводит к значительному финансовому ущербу [1].

С 1997 по 2016 г. основным нормативным документом, устанавливающим в РБ нормы на показатели качества электрической энергии, требования к контролю, методам и средствам измерений электроэнергии, был стандарт ГОСТ 13109–97 [2]. С 1 апреля 2016 г. он прекратил свое действие и был введен межгосударственный стандарт ГОСТ 32144–2013 [3].

В настоящее время с учетом допущений, разрешаемых ГОСТ 32144–2013, задачи приборного контроля качества электрической энергии (проверка соответствия фактических значений параметров электроэнергии на границах раздела балансовой принадлежности сетей (ГРБП) установленным нормам, выявление виновника ухудшения качества электроэнергии) могут решаться с помощью выпускаемого в РБ прибора УК1. Устройство контроля параметров качества электрической энергии УК1 представляет собой высокоточный измерительный прибор, построенный на основе современных цифровых технологий. Устройство устанавливается на энергообъектах и осуществляет сбор, обработку и хранение информации о параметрах качества электрической энергии. Устройство УК1 внесено в Государственный реестр средств измерений РБ под № РБ 03 13 1654 02 и имеет соответствующий сертификат.

На ОАО «Белшина» были проведены измерения показателей качества электроэнергии на шинах 6 кВ РП1 ЗМШ. Целью измерения и анализа основных показателей качества электроэнергии является определение соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям. Несоответствие отдельных показателей качества нормированным значениям влечет за собой прямые и косвенные экономические потери (к примеру, остановка производства из-за провала напряжения).

На основании оценки результатов измерения показателей качества электрической энергии на шинах 6 кВ РП1 ЗМШ можно сделать следующие выводы.

Качество электрической энергии установленным ГОСТ 32144–2013 требованиям (нормам) по:

- отклонению частоты – соответствует;
- коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности – соответствует;
- кратковременной дозе фликера и долговременной дозе фликера – соответствует;
- суммарному коэффициенту гармонических составляющих напряжения – соответствует;
- положительному отклонению напряжения – соответствует;
- отрицательному отклонению напряжения – не соответствует;
- коэффициентам четных гармонических составляющих напряжения в фазах А, В, С – не соответствует;
- коэффициентам 9, 15, 27 и 39-й гармонической составляющей напряжения в фазах А, В, С – не соответствует.

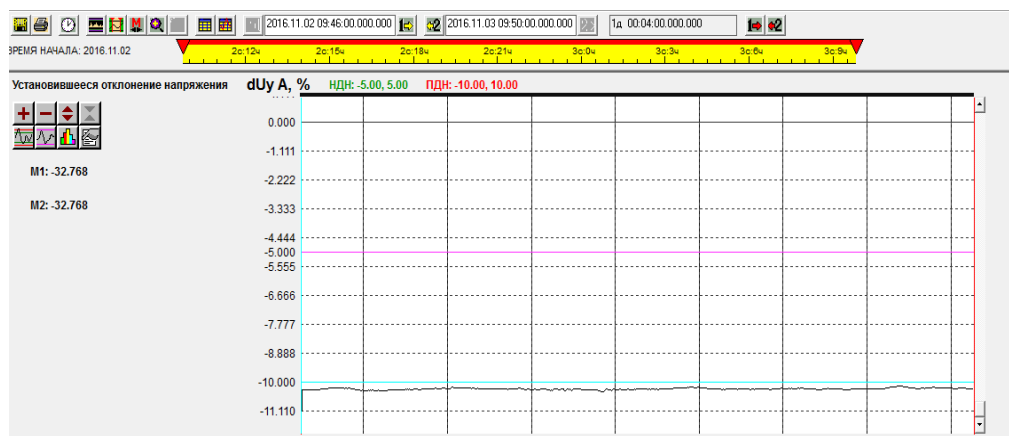


Рис. 1. График отрицательного отклонения напряжения в фазе А

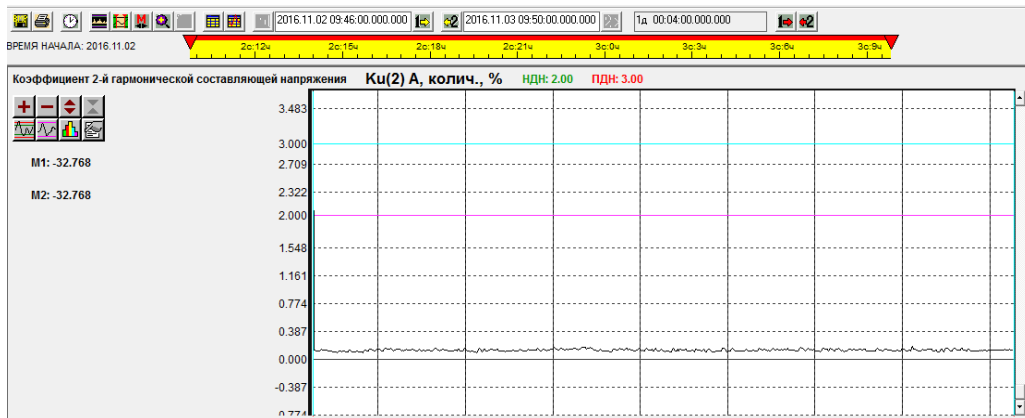


Рис. 2. График коэффициента 2-й гармонической составляющей напряжения в фазе А

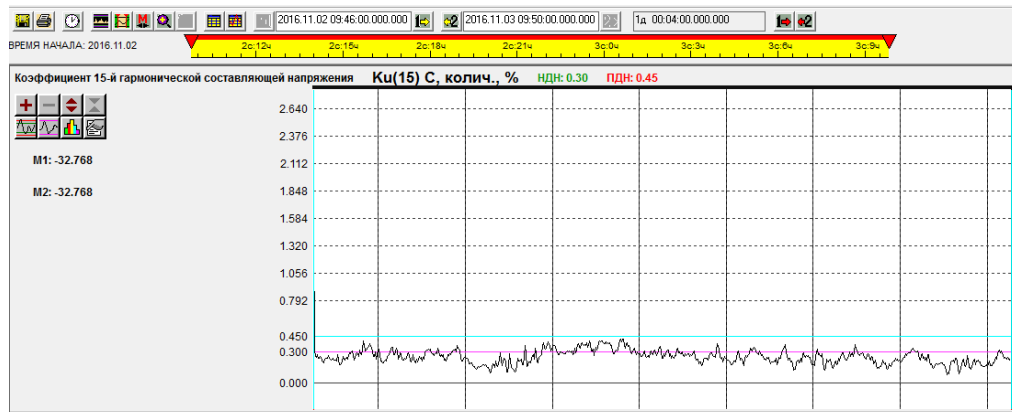


Рис. 3. График коэффициента 15-й гармонической составляющей напряжения в фазе С

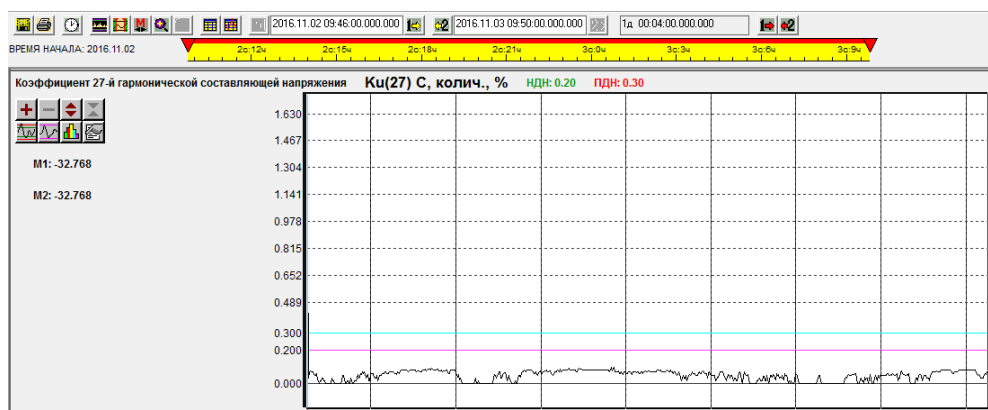


Рис. 4. График коэффициента 27-й гармонической составляющей напряжения в фазе С

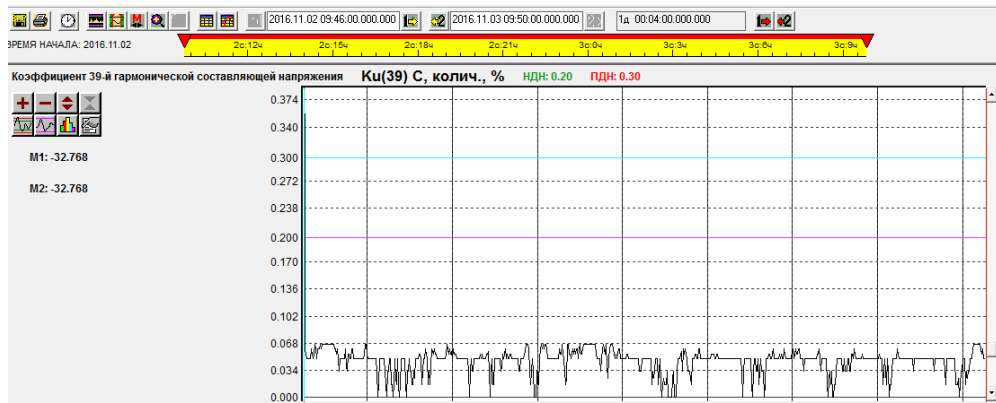


Рис. 5. График коэффициента 39-й гармонической составляющей напряжения в фазе С

Таким образом, качество электроэнергии не соответствует нормируемому, что требует установки специальных фильтро-компенсирующих устройств.

Литература

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий / И. В. Жежеленко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
2. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.08.1999. – Минск : БелГИСС, 1999. – 31 с.
3. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.02.2016. – Минск : БелГИСС, 2015.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЛОЖНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ

В. Д. Васильев, А. М. Назюта

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Переходные процессы в нелинейных электрических цепях описываются системой нелинейных дифференциальных уравнений, точное аналитическое решение которых возможно только для узкого круга задач. В более сложных случаях практически единственным методом является метод математического моделирования переходных процессов – численного интегрирования системы нелинейных дифференциальных уравнений. Переходные процессы в нелинейных цепях могут существенно отличаться от переходных процессов в аналогичных по структуре линейных цепях. Нелинейность характеристики какого-либо элемента цепи может привести или только к количественному изменению переходного процесса или к его качественным изменениям. В первом случае на некоторых отрезках времени скорость переходного процесса увеличивается, а на других отрезках времени – замедляется. Во втором случае в цепи возникают качественно новые явления, принципиально невозможные в линейных цепях, например, незатухающие автоколебания.

Целью данной работы является расчет переходных процессов в нелинейных цепях методом математического моделирования, сравнение данных расчета с данными,

полученными в эксперименте, и обоснование применимости этого метода при решении нелинейных задач.

При математическом моделировании переходных процессов в нелинейных цепях используются дифференциальные параметры нелинейных элементов, которые должны быть представлены в аналитической форме.

$$u_L = \frac{d\psi}{dt} \frac{di}{di} = \frac{d\psi}{di} \frac{di}{dt} = L_o \frac{di}{dt}. \quad (1)$$

Это, в свою очередь, требует аппроксимации нелинейной характеристики. В данной работе в качестве нелинейного элемента выбрана реальная индуктивность с известной вебер-амперной характеристикой, заданной графически. Наиболее точной оказалась аппроксимация гиперболическим синусом:

$$i = \alpha sh(\beta\psi). \quad (2)$$

Коэффициенты α и β рассчитаны методом выбранных точек и имеют значения 0,011 А и 728,215 Вб, соответственно.

На рис. 1 для сравнения представлены графики аппроксимации (сплошная линия) и вебер-амперной характеристики (пунктирная линия). Кривые имеют хорошее совпадение.

Рассчитаем дифференциальную индуктивность катушки:

$$L_o(i) = \frac{d\psi}{di} = \frac{1}{\alpha\beta\sqrt{1+\left(\frac{i}{\alpha}\right)^2}}. \quad (3)$$

График дифференциальной индуктивности приведен на рис. 2.

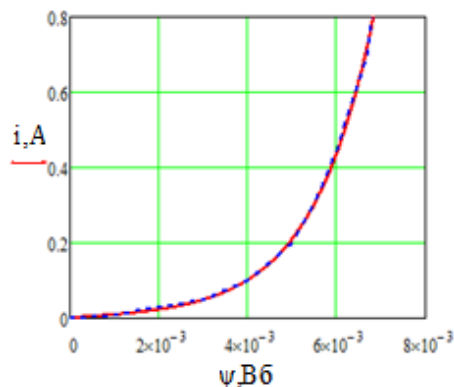


Рис. 1. Графики аппроксимации и вебер-амперной характеристики

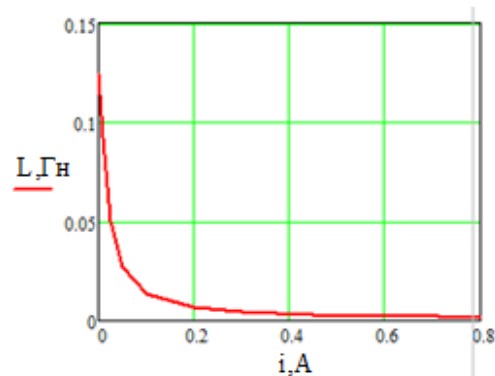


Рис. 2. График дифференциальной индуктивности

Формирование системы расчетных уравнений. Метод переменных состояния основан на решении системы дифференциальных уравнений первого порядка, приведенных к форме Коши относительно производных для величин, называемых переменными состояния. Количество переменных состояния, а следовательно,

и число уравнений системы должно быть равно порядку дифференциального уравнения, которым описывается рассчитываемая схема, т. е. количеству независимых накопителей энергии n .

В сложной цепи формирование уравнений состояния является достаточно трудоемкой задачей. Необходимо записать полную систему уравнений по законам Кирхгофа и путем подстановок привести к форме Коши. Существует и использована в нашей работе методика составления уравнений состояния на основе принципа наложения. Суть метода состоит в разделении исходной цепи на две подсхемы: первая содержит элементы, запасающие энергию, вторая – линейные резистивные элементы. Следующий этап рассматриваемой методики заключается в замене на основании теоремы о компенсации емкостей источниками напряжения, катушек индуктивности – источниками тока. Полученная схема рассчитывается методом наложения. В каждой подсхеме при этом подходе остаются только резистивные линейные элементы, что и позволяет в нелинейной цепи применить метод наложения. Покажем это на конкретном примере. На рис. 3 представлена схема цепи. Найдем напряжение на индуктивности u_L и ток в емкости i_C .

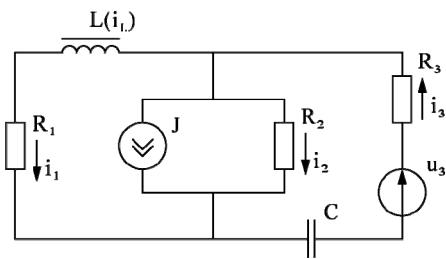


Рис. 3. Исходная цепь

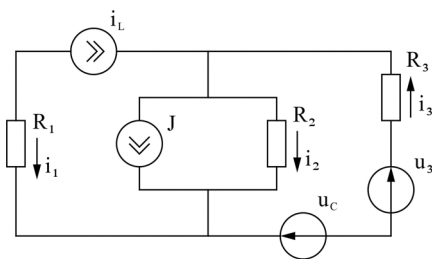


Рис. 4. Цепь после преобразования

Заменяем емкость источником напряжения, а индуктивности – источником тока (рис. 4).

Далее на основе метода наложения составляем частные схемы для каждого источника и запишем итоговые суммарные значения для тока i_3 и напряжения u_L .

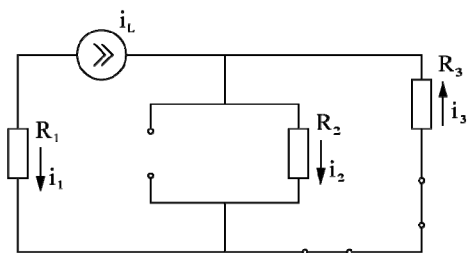


Рис. 5. Первая подсхема

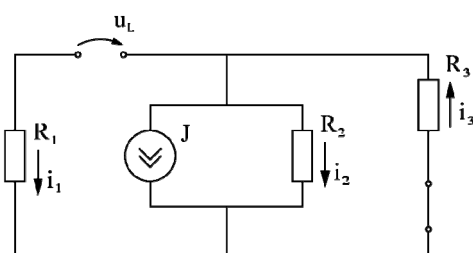


Рис. 6. Вторая подсхема

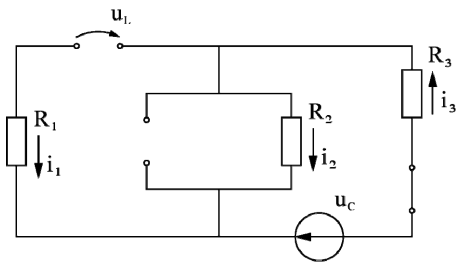


Рис. 7. Третья подсьема

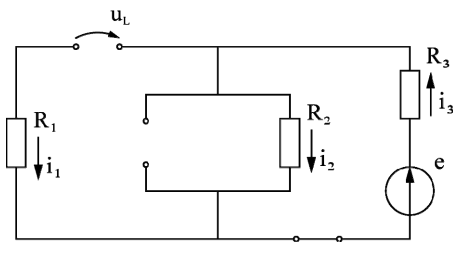


Рис. 8. Четвертая подсьема

$$i_3 = i_3' + i_3'' + i_3''' + i_3'''' = -i_L \frac{R_2}{R_2 + R_3} + J \frac{R_2}{R_2 + R_3} - u_C \frac{1}{R_2 + R_3} + e \frac{1}{R_2 + R_3}; \quad (4)$$

$$u_L = u_L' + u_L'' + u_L''' + u_L'''' = i_L \left(R_1 + \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) - J \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} - u_C \frac{1}{R_2 + R_3} - e \frac{R_3}{R_2 + R_3}. \quad (5)$$

Затем формируем дифференциальную систему уравнений. Так как $i_3 = C \frac{du_C}{dt}$, а $u_L = L_\theta \frac{di}{dt}$, то расчетная система уравнений принимает вид:

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{-i_L \frac{R_2}{R_2 + R_3} + J \frac{R_2}{R_2 + R_3} - u_C \frac{1}{R_2 + R_3} + e \frac{1}{R_2 + R_3}}{C}; \quad (6)$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{-i_L \frac{R_2}{R_2 + R_3} + J \frac{R_2}{R_2 + R_3} - u_C \frac{1}{R_2 + R_3} + e \frac{1}{R_2 + R_3}}{L_\theta}. \quad (7)$$

Закключение. 1. При математическом моделировании переходных процессов в нелинейных цепях используются дифференциальные параметры нелинейных элементов, которые должны быть представлены в аналитической форме. Это, в свою очередь, требует аппроксимации нелинейной характеристики. Наиболее точной оказалась аппроксимация гиперболическим синусом. 2. Рассмотрен удобный способ уравнений состояния в сложных нелинейных цепях. Работа внедрена в учебный процесс в качестве учебно-исследовательской.

Литература

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – М. : Высш. шк., 1996.
2. Основы теории цепей / Г. В. Зевеке [и др.]. – 1989.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

М. О. Внуков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Энергоэффективность и энергосбережение являются приоритетными направлениями энергетической политики большинства стран мира. Прежде всего это обусловлено исчерпанием невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, отсутствием реальных альтернатив их замены, наличием рисков и значительных затрат при их производстве и транспортировке. В последнее время эти факторы приобретают все большее значение в связи с общей нестабильностью в регионах добычи ТЭР, напряжением на топливно-ресурсных рынках и неблагоприятными прогнозами по дальнейшему росту цен на энергоресурсы. Развитые страны мира, которые уже достигли значительных успехов в решении проблем энергоэффективности, продолжают поиск новых источников энергообеспечения. Одним из направлений развития таких технологий является использование энергии движущихся людей и машин. Преобразование кинетической и потенциальной энергии движущихся тел в электрическую может осуществляться посредством приведения в движение ротора электрического генератора.

На основе электрогенератора можно создать систему получения и хранения энергии, которая обычно растрчивается напрасно. Источником такой энергии является давление, которое оказывает на поверхность движущийся автомобиль, поезд, самолет или пешеход, велосипед и т. д. На место ранее находившейся или планируемой искусственной неровности должна быть произведена установка системы, позволяющей вырабатывать электрическую энергию при переезде через нее транспортного средства.

Цель работы: формирование математической модели для расчета количества вырабатываемой энергии в установке, преобразующей механическую энергию транспортных средств в электрическую энергию.

Основная задача исследований – произвести оценку эффективности работы рассматриваемой системы генерации электроэнергии.

Для оценки потенциально возможного количества энергии, которая может быть выработана в генерирующей установке, рассмотрим упрощенную модель этой установки (рис. 1).

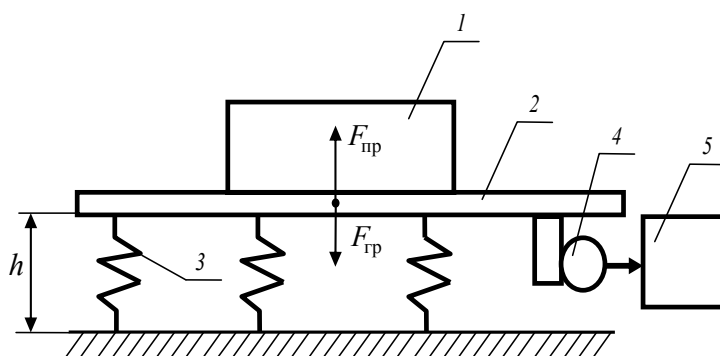


Рис. 1. Схема упрощенной модели электрогенерирующей установки:
1 – груз; 2 – платформа; 3 – пружины; 4 – трансмиссия; 5 – электрогенератор

Автомобиль, наезжающий на искусственную неровность, будем представлять в виде груза массой $m_{гр}$, который мгновенно появляется на подпружиненной платформе с массой $m_{пл}$. После этого груз под действием силы тяжести $F_{гр} = m_{гр}g$ начинает опускаться, преодолевая сопротивление пружин. Сила сопротивления на рис. 1 обозначена как $F_{пр}$. Очевидно, что минимальное значение этой силы должно быть достаточным для поднятия платформы при отсутствии груза, т. е. можно записать:

$$F_{пр} = m_{пл}g, \quad (1)$$

где $m_{пл}$ – масса платформы; g – ускорение свободного падения.

Тогда суммарная сила, воздействующая на платформу, будет равна:

$$F = F_{гр} - F_{пр} = (m_{гр} - m_{пл})g, \quad (2)$$

где $m_{гр}$ – масса груза.

Из формулы (2) следует, что если мысленно представить груз как свободно падающее тело, то его эквивалентная масса составит:

$$m = m_{гр} - m_{пл}. \quad (3)$$

Максимальная энергия, которая может быть передана от опускающегося тела к электрогенератору, в идеальной системе будет равна потенциальной энергии $E_{пот}$ этого тела в момент начала его движения:

$$E_{пот} = mgh = (m_{гр} - m_{пл})gh, \quad (4)$$

где h – высота платформы.

Выполним расчет значений потенциальной энергии для среднестатистических показателей движения автомобилей по ул. Советская г. Гомеля за наиболее загруженные 12 ч, приняв массу платформы $m_{пл} = 300$ кг.

Результаты расчета приведены в таблице.

Расчет потенциальной энергии

| Тип транспортного средства | Средняя масса, кг | Среднее количество единиц, проезжающих за 12 ч, штук | Количество вырабатываемой энергии одним транспортным средством, кВт · ч | Суммарное количество энергии выработанной за 12 ч, кВт · ч |
|----------------------------|-------------------|--|---|--|
| Легковой автомобиль | 1500 | 1000 | 0,00033 | 0,33 |
| Легковой автомобиль | 2000 | 1500 | 0,00046 | 0,69 |
| Легковой автомобиль | 3000 | 1400 | 0,000735 | 1,029 |
| Грузовой автомобиль | 4500 | 800 | 0,001143 | 0,914 |

| Тип транспортного средства | Средняя масса, кг | Среднее количество единиц, проезжающих за 12 ч, штук | Количество вырабатываемой энергии одним транспортным средством, кВт · ч | Суммарное количество энергии выработанной за 12 ч, кВт · ч |
|----------------------------|-------------------|--|---|--|
| Грузовой автомобиль | 7000 | 600 | 0,001823 | 1,094 |
| Троллейбус модели 32100D | 15000 | 300 | 0,004001 | 1,2 |
| Автобус типа МАЗ-107 | 20000 | 700 | 0,005444 | 3,811 |
| <i>Итого</i> | | | | 9,068 |

Полученное суммарное значение потенциальной энергии рассчитано для идеальной системы. В реальной установке в соответствии с Первым законом термодинамики часть энергии опускающейся платформы будет расходоваться на сторонние силы, обусловленные неравномерностью хода пружин, работой трансмиссии, редуктора, электрогенератора и других элементов. Условно предположив, что КПД всей установки будет равным 50 %, окончательное значение вырабатываемой энергии будет равно 4,5 кВт · ч. Учитывая, что расчетный интервал времени равен 12 ч, определим среднюю мощность для питания нагрузки:

$$P_{\text{cp}} = \frac{4500}{12} = 375 \text{ Вт.}$$

Таким образом, при условии накопления вырабатываемой энергии в аккумуляторах в течение первых 12 ч, следующие 12 ч можно обеспечить питанием электроприемники общей мощностью 375 Вт. Это могут быть уличные светильники, светодоры и другие устройства вблизи проезжей части.

Полученные результаты носят лишь оценочный характер и требуют дальнейших исследований, как теоретических, так и экспериментальных.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПЛАТЫ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ТАРИФУ В БЫТУ

М. О. Внуков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

По каким тарифам мы платим за «свет»? Есть ли у нас выбор тарифа?

График потребления электроэнергии: сколько электроэнергии мы потребляем утром, днем, вечером и ночью? Как это влияет на оплату за «свет»?

Сколько мы платим за электроэнергию?

Сколько мы можем сэкономить на оплате за электроэнергию, выбрав лучший тариф и скорректировав образ жизни?

В настоящее время оплата за потребленную электроэнергию гражданами, проживающими в жилых домах (квартирах), производится по тарифам, установленным

законодательством Республики Беларусь. И можно видеть, что тариф на электроэнергию в Беларуси с каждым годом увеличивается.

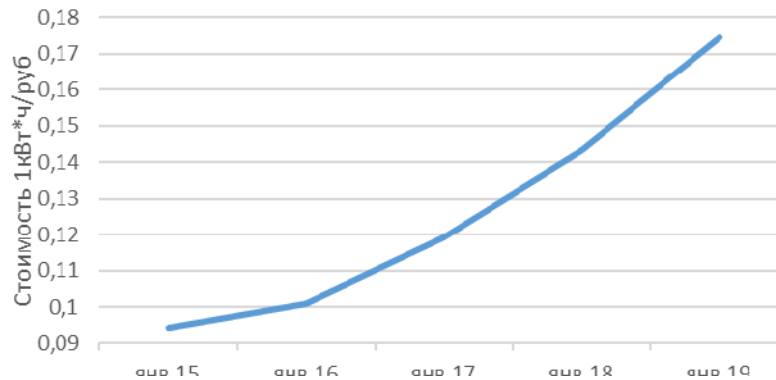


Рис. 1. Стоимость электроэнергии для населения с 2015 по 2019 г.

Какова цена за электроэнергию для населения в Беларуси?

В настоящее время в Беларуси действует два способа расчета за потребленную электроэнергию для населения.

В первом случае граждане оплачивают электроэнергию по одноставочному тарифу.

Электрическая энергия по одноставочному тарифу с 1 января 2019 г. обходится жителям нашей республики в 0,1746 бел. р. за 1 кВт · ч.

Второй вариант оплаты – дифференцированный тариф по времени суток. С переходом на этот тариф оплата за электроэнергию начинает зависеть не от объема, а от времени суток потребления электроэнергии, т. е. действующие нормы потребления электроэнергии не учитываются.

При системе оплаты по тарифу дифференцированному по времени суток существует два интервала времени: «дорогое» – с 17.00 до 22.00 и «дешевое» – с 22.00 до 17.00, а также круглосуточно в праздничные и выходные дни.

Таким образом, законодательство позволяет рассчитываться за электроэнергию по дифференцированному по времени тарифу. Иными словами, платить за электроэнергию можно в зависимости от того, в какое время суток мы потребляем электроэнергию.

Стоимость электроэнергии по дифференцированному тарифу на 1 января 2019 г. составила:

– 0,3492 бел. р. за 1 кВт · ч в период максимальных нагрузок с 17.00 до 22.00.

– 0,1222 бел. р. за 1 кВт · ч в часы минимальных нагрузок с 22.00 до 17.00.

Возникает вопрос, по какому из тарифов нам выгоднее платить за электроэнергию? Рассмотрим частный дом. Для этого рассмотрим потребление электроэнергии для частного дома.

Как правило, в частном доме потребление электроэнергии больше, чем в квартире. Для этого снимем показания счетчика и построим суточные графики нагрузок для буднего и выходного дня.



Рис. 2. Суточный график нагрузок буднего дня



Рис. 3. Суточный график нагрузок выходного дня

Далее произведем расчет стоимости электроэнергии по одноставочному и дифференцированному тарифам и сведем их в табл. 1.

Таблица 1

Оценка оплаты за электропотребление дома за год

| Время | Количество суток | Электропотребление в год, кВт · ч | | | Оплата за электроэнергию, р. | |
|--------------|------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | Всего | 17.00–22.00 | 22.00–17.00 | Одноставочный тариф | Дифференцированный по времени тариф |
| | | | | | | |
| Будние | 264 | 2515,92 | 1056 | 1459,92 | 439,27963 | 547,15742 |
| Выходные | 101 | 1002,93 | 383,8 | 619,13 | 175,11158 | 122,558 |
| <i>Итого</i> | 365 | 3518,85 | 1439,8 | 2079,05 | 614,39121 | 669,7155 |

Видно, что в данном случае потребителю экономически целесообразно рассчитываться за электропотребление по одноставочному тарифу.

Дифференцированный тариф станет выгодным только в том случае, если проводить регулирование электропотребления, т. е. сместить пики электропотребления в более «дешевое» время, например в ночное.

Рассмотрим, каким образом возможно сместить пики потребления электроэнергии. Для этого определим структуру потребления электроэнергии, проанализировав график суточной нагрузки и таблицу с электроприемниками. Делаем вывод о том что, для использования дифференциального тарифа за электроэнергию требуется сместить вечерний пик нагрузки. Для этого будем использовать мощные электроприемники, такие как электродуховой шкаф, утюг, стиральная машинка, в период с 22.00 до 17.00, тем самым смещаем пики энергопотребления в более дешевое время.

Для графика нагрузки выходного дня данную операцию проводить не требуется, так как стоимость электроэнергии в выходные и праздничные дни рассчитывается по тарифу для минимальных часов нагрузки.

Построим графики суточных нагрузок после смещения пиков энергопотребления в часы минимальных нагрузок.

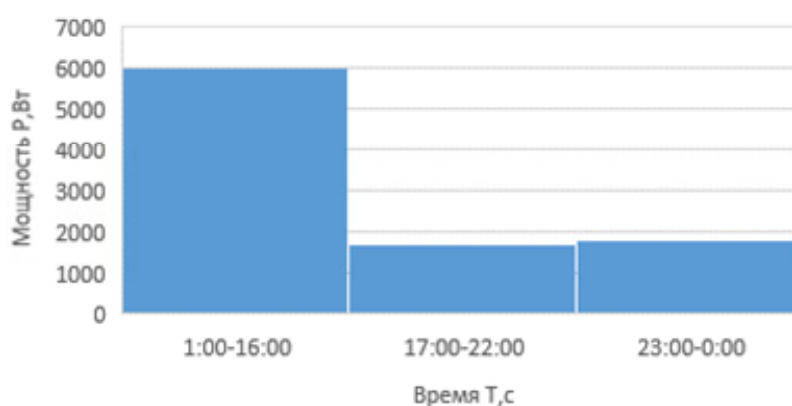


Рис. 4. Суточный график нагрузок буднего дня, после регулирования

Таблица 2

Оценка оплаты за электропотребление дома за год, после регулирования

| Время | Количество суток | Электропотребление в месяц, кВт · ч | | | Оплата за электроэнергию, р. | |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | Всего | 17.00–22.00 | 22.00–17.00 | Одноставочный тариф | Дифференцированный по времени тариф |
| Будние | 264 | 2515,92 | 382,8 | 2133,12 | 439,27963 | 394,34102 |
| Выходные | 101 | 1002,93 | 151,5 | 851,43 | 175,11158 | 122,558 |
| <i>Итого</i> | 365 | 3518,85 | 534,3 | 2984,55 | 614,39121 | 516,899 |

Проанализировав полученные данные после регулирования периода времени использования мощных электроприемников и смещения вечернего пика нагрузки, делаем вывод о том, что выгоднее использовать дифференцированный тариф для расчета за электроэнергию.

Годовая экономия в этом случае, при использовании для расчета дифференциального тарифа составит 97,4921 р. При стоимости счетчика для оплаты по дифференцированному тарифу в 60 у. е. его окупаемость составит 1,23 года.

Заключение. На данный момент в Республике Беларусь для расчета с населением за потребляемую электроэнергию применяются два тарифа – одноставочный и дифференциальный по времени, который направлен на выравнивание графика электрических нагрузок путем снижения нагрузки в вечерние часы пика.

На примере показана возможность снижения затрат на электропотребление путем применения дифференцированного по времени тарифа и распределения нагрузок в будние дни.

УЛУЧШЕНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Голубева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Проведенный анализ статистики показал, что за последние 15 лет на предприятия Республики Беларусь поступают подшипники качения низкого качества, используется низкого качества смазка либо не меняется длительное время – это и есть основные причины малого срока службы подшипников качения. На определенных предприятиях замена подшипников качения осуществляется во время планового ремонта оборудования без проверки. По этой причине до 40 % подшипников качения снимаются в хорошем техническом состоянии. В некоторых случаях после замены смазки подшипники имеют хорошие виброакустические характеристики и могут проработать несколько тысяч часов.

Все перечисленное стимулирует крупных потребителей устанавливать специальные диагностические стенды для входного контроля подшипников качения с внутренним диаметром 25–160 мм (рис. 1).



Рис. 1. Диагностические стенды для входного контроля подшипников качения

Стенд состоит из станины, асинхронного электродвигателя, корпуса подшипника скольжения, который крепится болтами к станине. Посредством ременной передачи вращение двигателя передается на вал подшипника скольжения, на который насаживаются оправки для каждого типоразмера подшипника качения. На наружное

кольцо при помощи магнита крепится вибродатчик ускорения. Сигнал с вибродатчика ускорения через усилитель заряда и согласующее устройство передается в компьютер.

Проведенные исследования на диагностическом стенде (частота вращения 24,4 Гц) показали, что 30 % дефектов подшипников качения имеют высокий уровень вибрации в диапазоне частот 5–500 Гц, а 60–70 % – в диапазоне частот 500–5000 Гц. Высокая область частот повышенной вибрации вызвана:

- 1) наличием микроволнистости новых подшипников качения (низкий класс точности обработки колец и тел качения);
- 2) наличием микрораковин, возникающих в процессе эксплуатации;
- 3) задирами, которые появляются вследствие скольжения при плохой смазке;
- 4) наклепами (выбоинами) на наружном кольце, если внутреннее кольцо подшипника ставится на вал без натяга и наружное кольцо не проворачивается в подшипниковом щите [1], [2].

Впервые была предпринята попытка по уменьшению влияния микроволнистости поверхности колец подшипников качения на уровень их вибрации и срок службы, используя различные смазки.

Методика проведения эксперимента включала несколько этапов:

- 1) снятие виброакустических характеристик подшипника качения с заводской смазкой;
- 2) удаление заводской смазки с помощью дизельного топлива;
- 3) подготовка смеси, состоящей из глицерина с добавлением мелкодисперсного абразивного вещества (5–10 мкм);
- 4) с помощью пипетки окружность колец подшипника качения промазывалась смесью в нескольких местах;
- 5) создавалась равномерная нагрузка около 1 кг;
- 6) обеспечивалась частота вращения внутреннего кольца 24,4 Гц на протяжении 25–30 мин, при этом каждые 60° наружное кольцо перемещалось по отношению к внутреннему;
- 7) по истечении этого времени подшипник качения промывался от глицерина с абразивным порошком с помощью дизельного топлива;
- 8) закладывалась смазка MANNOL LC-2;
- 9) снова создавалась равномерная нагрузка (около 1 кг) и обеспечивалась частота вращения внутреннего кольца на 25–30 мин;
- 10) снятие виброакустических характеристик подшипника качения с новой смазкой.

Имели место и неудачные попытки проведения эксперимента, пока не была отработана технология (рис. 2).

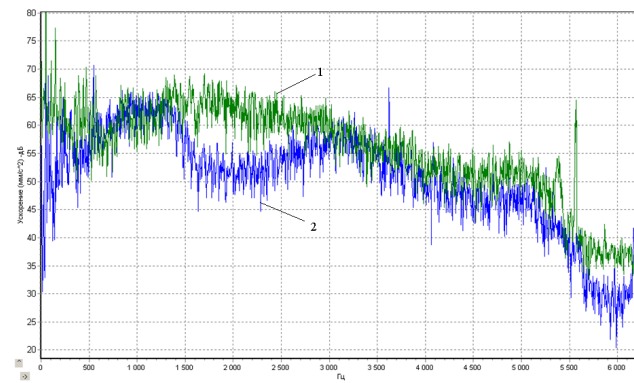


Рис. 2. Вибродиагностирование: 1 – подшипник № 209 до обработки (восстановления); 2 – после обработки ($t = 25$ мин) и смазки OI MOL KSC WR2

На рис. 3 представлены спектры вибраций подшипника качения № 409.

Высокий уровень вибрации в области 500–5000 Гц до обработки (восстановления) подшипника свидетельствует о наличии микроволнистости колец. После обработки и замены смазки наблюдается уменьшение вибрации в рассматриваемой области.

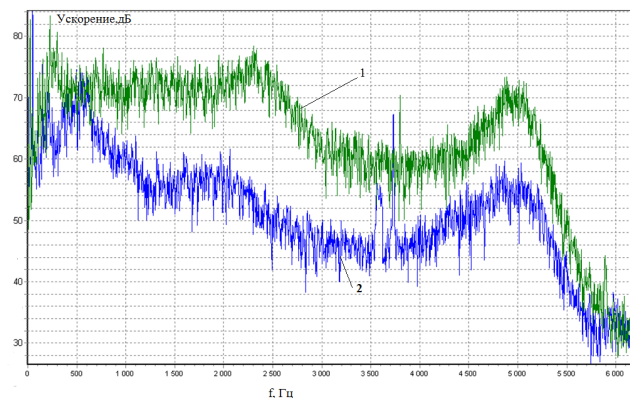


Рис. 3. Вибродиагностирование: 1 – подшипник № 409 до обработки (восстановления); 2 – после обработки ($t = 25$ мин) и смазки MANNOL LC

Заключение. При помощи данной методики обработки и различных смазок можно уменьшить микроволнистость на кольцах, тем самым увеличивая срок эксплуатации подшипника качения.

Литература

1. Грунтович, Н. В. Повышение качества подшипников качения перед установкой на рабочий механизм / Н. В. Грунтович, И. В. Петров, Д. В. Кирдищев // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы V Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов, 2018. – С. 100–102.
2. Грунтович, Н. В. Разработка диагностической модели дизельных форсунок по результатам вибродиагностирования / Н. В. Грунтович, Д. В. Кирдищев, В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого, 2017. – № 2. – С. 18–24.
3. Голубева, В. А. Уменьшение микроволнистости на кольцах подшипников качения при помощи различных смазок / В. А. Голубева, И. В. Петров, Н. В. Грунтович // Современные технологии проектирования в машиностроении и методы обработки материалов. Аддитивные технологии : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. «Соврем. проблемы машиноведения», 2018. – С. 74–75.

ХОЛОДИЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕДЯНОЙ ВОДЫ**А. В. Горовой***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. О. Добродей

Цель исследования: модернизация холодильной системы получения ледяной воды для производства сыров.

Задачи – замена действующей холодильной системы для получения ледяной воды и ее обратного водоснабжения, достигших морального и физического износа, на современное оборудование; производство холода в объеме, удовлетворяющем технологические потребности; снижение затрат энергоресурсов на производство холода.

Основное сырье для производства сыров – молоко, которое нужно очистить и охладить. Молоко охлаждают при помощи емкостей различной вместимости, пластинчатых и оросительных аппаратов. Для сохранения свойств молока необходимо его мгновенное охлаждение. Для этого используют пластинчатые теплообменники, где молоко в закрытом потоке за один проход через аппарат охлаждается до температуры на 3 °С выше температуры хладоносителя, в качестве которого применяется ледяная вода.

«Ледяная вода» – вода с температурой близкой к 0 °С – дешевый хладоноситель, отвечающий требованиям, предъявляемым к хладоносителям для охлаждения пищевых продуктов. Однако получение воды с такой температурой в пластинчатых или кожухотрубных теплообменниках сопряжено с риском ее замерзания и выходом из строя теплообменного оборудования.

Основные характеристики существующей холодильной системы для получения ледяной воды представлены в табл. 1.

*Таблица 1***Основные характеристики существующей системы**

| Показатель | Величина |
|--|----------|
| Производство холода, физический объем – эквивалент холодопроизводительности одновременно работающих компрессоров | 630 кВт |
| Потребляемая электрическая мощность в часы пиковой нагрузки | 230 кВт |
| Количество аммиака в системе | 817,5 кг |

Технологический процесс производства ледяной воды в холодильной установке осуществляется по следующему циклу:

– нагревшаяся в технологическом оборудовании вода направляется в теплообменники-испарители, где охлаждается хладоагентом, испаряющимся по другую сторону теплообменной поверхности;

– хладоагент из теплообменников-испарителей в виде парожидкостной смеси направляется в отделитель жидкости;

– парообразный хладоагент из отделителя направляется в компрессоры на сжатие;

– сжатый парообразный хладоагент поступает в конденсатор, где конденсируется, отдавая тепло на испарение циркулирующей по другую сторону теплообменной поверхности обратной воде;

– жидкий хладоагент после конденсатора дросселируется в поплавковом клапане и направляется в отделитель жидкости;

– жидкий хладагент из отделителя жидкости направляется в теплообменники-испарители под действием сил гравитации.

Для увеличения эффективности работы холодильной системы приняты следующие технологические решения: использовать в качестве хладагента аммиак; использовать для охлаждения ледяной воды отделитель жидкости и два пластинчатых теплообменника-испарителя; применить двухконтурную схему циркуляции ледяной воды; использовать поршневые компрессорные агрегаты и испарительный конденсатор с форконденсатором; применить для ледяной и оборотной воды насосные установки, буферные баки ледяной и оборотной воды включить в блоки с насосными установками; установить частотные преобразователи на насосные и конденсаторные установки.

В связи с моральным и физическим износом существующей системы для получения ледяной воды выберем энергоэффективное холодильное оборудование требуемой производительности, которое должно обеспечивать:

- минимальные затраты электроэнергии на производство холода и достижение за счет этого снижения себестоимости производимой продукции;
- уменьшение количества аммиака в холодильной установке на единицу производимого холода.

Параметры выбранного оборудования в соответствии с необходимыми тепловыми нагрузками представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры выбранного оборудования

| Наименование и марка оборудования | Тепловая нагрузка существующей системы, кВт | Холодопроизводительность, кВт | Суммарный показатель, кВт | Мощность электродвигателей, кВт |
|--|---|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Агрегат компрессорный V450 | 673 | 363,9 | 727,8 | 70 |
| Охладитель жидкости GRA PXE 750 V-2-2/ NH ₃ в составе | 673 | 750 | 750 | – |
| Отделитель жидкости RSV-H 750NH ₃ | 673 | 750 | 750 | – |
| Испаритель пластинчатый TL0500 LCGL500 | 673 | 360 | 720 | – |
| Конденсатор VXC 250 | 868 | 949 | 949 | 13,5 |

Потребляемая мощность электродвигателей оборудования холодоснабжения с учетом насосного оборудования составляет 182,74 кВт, объем холода, производимый оборудованием холодоснабжения, составляет 727,8 кВт.

Предлагаемые решения позволяют уменьшить количество оборудования, обеспечивающего производство холода для системы ледяной воды. Так, количество компрессорных агрегатов холодильной системы с четырех комплектов снизилось до двух, количество единиц емкостного оборудования – с трех до одного, теплообменного оборудования – с семи до трех. Полностью выбывают из технологической схемы градирни. Общее количество насосов хладоносителя – ледяной и оборотной воды – сохранилось на существующем уровне.

В состав аммиачной холодильной установки входят емкостные аппараты и трубопроводы, в которых при нормальных режимах работы содержится жидкий аммиак.

В остальных аппаратах, сосудах и трубопроводах при нормальной работе холодильной установки аммиак находится только в парообразном состоянии. Плотность парообразного аммиака почти в 1000 раз меньше плотности жидкого аммиака, поэтому в расчетах парообразный аммиак не учитывается. Общее содержание аммиака в существующей холодильной установке – 817,5 кг (табл. 1).

В состав аммиачной холодильной установки после модернизации входят следующие емкостные аппараты и трубопроводы, в которых при нормальных режимах работы содержится жидкий аммиак (табл. 3).

Необходимая и достаточная аммиакоемкость модернизированной системы для получения ледяной воды определена расчетом и составляет 314,5 кг, что на 503 кг меньше, чем у существующей холодильной системы получения ледяной воды.

Таблица 3

Количество аммиака в аппаратах и жидкостных трубопроводах

| Наименование аппарата, трубопровода | Внутренний объем, м ³ | Уровень заполнения, % | Масса, кг |
|---|----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Жидкостный коллектор испарительного конденсатора VXC-250 | 0,243 | 20 | 28,8 |
| Отделитель жидкости D800x2500 | 1,26 | 12 | 97,4 |
| Испаритель пластинчатый TL0500 | 0,12 | 70 | 108,2 |
| Трубопровод отсоса-слива от испарителей в отделитель жидкости | 0,002 | 100 | 1,29 |
| Жидкостный трубопровод от отделителя жидкости до испарителей | 0,01 | 100 | 6,44 |
| | 0,0039 | 100 | 2,51 |
| Жидкостный трубопровод от конденсатора до поплавка | 0,047 | 100 | 27,9 |
| | 0,0039 | 100 | 2,31 |
| Жидкостный трубопровод от поплавка до отделителя жидкости | 0,002 | 100 | 1,29 |
| | 0,037 | 100 | 23,8 |
| <i>Итого</i> | | | 299,55 |
| С учетом неучтенного жидкого аммиака в колонках датчиков уровня, запорной арматуре, маслособирателях и т. д. ($k = 1,05$) | | | 314,5 |

Изменение удельных показателей энергоэффективности холодильной системы для получения ледяной воды в результате модернизации оценены по сравнению с существующим положением и приведены в табл. 4.

**Изменение удельных показателей холодильной системы
в результате модернизации**

| Сравниваемый показатель | Единица измерения | Существующее положение | Результат модернизации | Баланс показателей |
|--|-------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Расход электрической мощности на единицу производимого холода | кВт/кВт | $230/630 = 0,365$ | $182,74/727,8 = 0,251$ | -31,2 % |
| Расход электрической мощности на единицу производимого холода по компрессорному оборудованию | кВт/кВт | $150/630 = 0,238$ | $140/727,8 = 0,192$ | -19,3 % |
| Аммиакоемкость на единицу производимого холода | кг/кВт | $817,5/630 = 1,298$ | $314,5/727,8 = 0,432$ | -66,7 % |

Таким образом, предлагаемые мероприятия обеспечивают эффективность модернизации холодильной системы для получения ледяной воды за счет снижения энергоемкости производства холода.

Литература

1. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1991. – 463 с.
2. Голубев, И. Ф. Теплофизические свойства аммиака / И. Ф. Голубев, В. П. Кияшова. – М. : Изд-во стандартов, 1978. – 264 с.
3. Полевой, А. А. Монтаж холодильных установок / А. А. Полевой. – Спб. : Политехника, 2005. – 259 с.
4. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. Т. 1 / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1995. – 389 с.

**ОБЗОР РЫНКА СОВРЕМЕННОГО КОМПРЕССОРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

И. А. Горох

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Алферова

Продукция, производимая на промышленных предприятиях, пользуется все большим спросом. Производство постоянно усложняется, его темпы растут, применяемое оборудование совершенствуется. В настоящее время уже трудно представить промышленный технологический процесс без компрессоров.

На сегодняшний день существует множество моделей компрессоров, вариантов их исполнения и применения. Компрессоры различаются по давлению, по производительности, по рабочей среде (сжимаемому веществу), в том числе и по условиям окружающей среды. Каждый компрессор имеет свои конструктивные особенности, технические и рабочие характеристики. Компрессоры могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми [1].

Компрессор – это промышленный агрегат, который используют для сжатия и подачи различных газов и воздуха под давлением. Компрессоры широко используются в различных технологических процессах практически во всех отраслях производства. Сфера применения – это тяжелое машиностроение, различные добывающие отрасли, химическая, газовая, металлургическая, нефтехимическая и другие отрасли.

Простейший принцип нагнетания воздуха начал использоваться человеком еще много веков назад, к примеру в кузнечном цеху. Несмотря на то, что к настоящему времени существует большое количество типов компрессоров, сам принцип сжатия воздуха в них не изменился. Разнообразие компрессорного оборудования достигается за счет различного конструктивного исполнения. Развитие техники и появление новых технологий стало требовать вначале специальных условий сжатия воздуха и определенных его характеристик на выходе, а затем возникла необходимость и работы с другими газами, в том числе взрывоопасными и токсичными.

Компрессорное оборудование для предприятий нефтеперерабатывающей промышленности имеет определенную специфику: данное оборудование предназначено для работы в условиях повышенной тряски и вибрации, во взрыво- и пожароопасных помещениях и имеет степень защиты не ниже IP 65.

Существенный рост экономического развития стран БРИК – Бразилии, России, Индии и Китая – в 2018 г. стал одной из главных причин увеличения мирового рынка компрессоров на 3 %. Наиболее активными являются страны Восточной и Южной Азии, которые, как утверждается, вносят вклад в половину мировой экономики.

На развивающихся рынках, таких как Китай и Индия, появляется все больше проектов, связанных с инвестициями в промышленность. Рост рынка промышленных компрессоров в Китае и Индии все больше привлекает внимание инвесторов, и компрессоры средней и большой мощности все чаще используются в этих проектах.

Рынок промышленных компрессоров США, крупнейший в мире, оценивался в 7,1 млн единиц в 2018 г. Соединенные Штаты также являются крупнейшей в мире производственной базой компрессоров, на которую приходится почти половина мирового производства. Производственные гиганты, производящие компрессоры, сосредоточены в Соединенных Штатах, что затрудняет выход иностранных брендов на американский рынок. Энергосберегающие и экологически чистые промышленные компрессоры популярны на европейском рынке. Европейский рынок компрессоров показал рост на 1,1 % в 2018 г. В Китае, втором по величине в мире рынке промышленных компрессоров, рынок вырос на 9,8 %, до 3,7 млн единиц в 2018 г. Рынок промышленных компрессоров Юго-Восточной Азии показал рост на 9,3 % в 2018 г. [3].

Мировой рынок винтовых компрессоров в 2018 г. составил 90000 единиц. Китайский, американский и европейский рынки выросли на 3,6, 1,1 и 1,1 %, соответственно. Индийский рынок привлек многочисленных зарубежных производителей, а в Юго-Восточной Азии наблюдался экономический рост. Эти факторы увеличили спрос на винтовые компрессоры в этих регионах.

В промышленности чаще используют двухроторные (twin), по сути двухвинтовые компрессоры, а в дополнение к ним были разработаны и в последнее время все чаще применяются трехвинтовые компрессоры (Tri-rotor). Трехвинтовые компрессоры имеют более короткие роторы и более высокую эффективность и надежность, чем компрессоры с двумя винтами такой же мощности [2].

Спрос на поршневые компрессоры в 2018 г. достиг 485000 единиц, увеличившись на 11,6 % по сравнению с 2017 г. Рост был замечен в применении поршневых компрессоров при производстве пропилена.

Поршневые компрессоры имеют долгую историю и широкий спектр применения. В целом рынок поршневых промышленных компрессоров воздуха претерпел существенный спад.

По оценкам, в 2018 г. мировой рынок центробежных компрессоров достиг 18000 единиц, что на 3,5 % больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года благодаря быстрому развитию рынка магнитных подшипников [2].

Китай и Соединенные Штаты являются двумя крупнейшими рынками промышленных центробежных компрессоров, их производство также сосредоточено в этих двух странах. Ведущие американские производители занимают большую часть рынка промышленных центробежных компрессоров. Растет экспорт из Соединенных Штатов и Китая на Ближний Восток и в Юго-Восточную Азию. Некоторые производители закупают промышленные центробежные компрессоры как автономные продукты у азиатских производителей.

За последние 10 лет небольшие промышленные центробежные компрессоры, использующие магнитные подшипники, котировались на рынке как энергоэффективные. Австралия лидирует в производстве промышленных центробежных компрессоров с магнитными подшипниками, составляя 70 % от общего объема продаж промышленных центробежных компрессоров. Европа и Соединенные Штаты также имеют высокие доли. В Китае рынок промышленных центробежных компрессоров с магнитным подшипником показывает очень высокий рост, на 25 % больше, чем в 2018 г. В Индии все больше промышленных центробежных компрессоров теперь используют магнитные подшипники. Однако промышленные центробежные компрессоры с магнитными подшипниками все еще слабо распространены в Юго-Восточной Азии и Латинской Америке.

После бума в 2018 г. спрос на роторные компрессоры в 2019 г., как ожидается, незначительно увеличится. Инверторное управление стало гораздо менее затратным благодаря массовому производству, что привело к более широкому применению роторных компрессоров с инверторным управлением. В Индии и Соединенных Штатах ожидается увеличение спроса на центробежные компрессоры. В целом большее внимание привлечет рост энергоэффективных центробежных компрессоров с магнитными подшипниками [3].

Винтовые и поршневые компрессоры будут активно использоваться в нефтеперерабатывающей промышленности, в то время как они будут демонстрировать более медленный рост в горнодобывающей промышленности.

В целом ожидается небольшой рост на мировом рынке промышленных компрессоров в 2019 г., связанный с Китаем, Индией и Юго-Восточной Азией в качестве драйверов рынка.

Таким образом, рынок современного компрессорного оборудования для нефтехимической промышленности достаточно разнообразен, и поэтому решение вопроса о выборе того или иного агрегата должно основываться на оптимальном сочетании условий эксплуатации, качества и ценовых показателей.

Литература

1. Радин, В. И. Компрессоры / В. И. Радин, Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович ; под ред. И. П. Копылова. – М. : Высш. шк., 1988. – 328 с.
2. Бобровский, С. А. Расчет компрессорной установки : учеб. курс / С. А. Бобровский. – СПб. : Питер, 2004. – 736 с.
3. Булатовский, А. Г. Мировой рынок компрессоров / А. Г. Булатовский // Мир климата. – 2018. – № 96. – С. 37–43.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Е. А. Горунев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Введение. Расход электроэнергии на освещение промышленных предприятий непрерывно растет и составляет в среднем по отраслям промышленности 5–10 % их общего потребления. С целью экономии расходования электроэнергии в электроосветительных установках должна быть предусмотрена рациональная система управления освещением.

Правильно построенная схема управления освещением помогает сократить продолжительность горения ламп, и с этой целью предусматривают возможность включения и выключения внутри помещения, здания и всего предприятия.

Таким образом, мы ставим задачу разработать алгоритм определения оптимальной выдержки времени отключения освещения датчиками. Задаваясь подобным решением проблемы оптимизации в управлении освещением, принято разработать программу, в среде которой будет возможна реализация виртуальных расчетов с целью автоматизации расчетов по оптимизации освещением.

Основная часть. Если термин «управление освещением» обозначает отдельные светильники, выключаемые и выключаемые вручную, или иногда оборудованные встроенными датчиками света или движения, то понятие «система управления освещением» предполагает светильники, датчики и прочие вспомогательные устройства, объединенные в единую интеллектуальную систему, которая при необходимости может работать самостоятельно.

Система управления освещением может включать:

– *умные выключатели*, способные включаться и выключаться автоматически.

Умный выключатель замыкает и размыкает электрическую цепь (соответственно, включая и выключая свет) так же, как обычный клавишный выключатель.

При этом умный выключатель оборудован радиоприемником, который позволяет ему получать команды и отправлять информацию о своем состоянии (включен / выключен) на *контроллер домашней автоматизации* или напрямую на смартфон владельца (строго говоря, в обоих случаях для беспроводной связи используется интернет-роутер).

Как правило, умный выключатель – не полноценный выключатель с рамкой и клавишами, а небольшой управляющий модуль, который устанавливается в *под-розетник* позади обычного выключателя.

Таким образом, выключатель сохраняет свою обычную функциональность с возможностью управлять светом при помощи клавиш, но одновременно приобретает «умные» функции. Владелец получает возможность управлять им со смартфона или настроить автоматическую работу, например, включение и выключение по расписанию или при срабатывании нужного датчика;

– *умные диммеры*, способные автоматически менять мощность освещения.

Умный выключатель с функцией *диммирования*, т. е. возможностью не только включать и выключать свет, но и регулировать его яркость, называется умным диммером. В остальном их функции совпадают: умный диммер также способен работать автоматически и управляться со смартфона.

Диммер значительно расширяет сферу применения умных выключателей, например, позволяет использовать свет для создания настроения или в качестве подсветки. С другой стороны, диммеры корректно работают не со всеми типами ламп, подходящие лампы специально помечают как «диммируемые»;

– *умные лампы*, способные автоматически включаться, выключаться, менять мощность, цветовую температуру и цвет;

– *светодиодные ленты* (с теми же возможностями, что и умные лампы) и RGB-контроллеры для управления ими.

Светодиодная лента – источник света, собранный на основе светодиодов. Представляет собой гибкую печатную (монтажную) плату, на которой равномерно друг от друга расположены светодиоды. Обычно ширина ленты составляет 8–20 мм, толщина (со светодиодами) 2–3 мм. При изготовлении лента наматывается в рулоны отрезками от 1 до 30 м. Для ограничения тока через светодиоды в электрическую схему ленты вводятся ограничительные сопротивления (резисторы), которые также монтируются на ленте.

Также основополагающими в оптимизации освещением являются датчики. Выделяют следующие типы датчиков:

– *датчик движения – сигнализатор*, фиксирующий перемещение объектов и используемый для контроля за окружающей обстановкой или автоматического запуска требуемых действий в ответ на перемещение объектов;

– *датчик присутствия*: представляет собой более чувствительную версию датчика движения, в основе обоих датчиков лежат одни и те же механизмы. Однако, к примеру, если в инфракрасном датчике движения используются несколько десятков пар линз, которые таким образом делят окружающее пространство на несколько десятков зон, то в датчике присутствия применяются несколько сотен пар линз. Таким образом, каждая пара отвечает за небольшой участок пространства, что позволяет ей фиксировать даже небольшие движения, вплоть до движения пальцев по клавиатуре;

– *датчик открытия двери, окна, дверцы*: датчик движения состоит из двух частей: собственно датчика и магнита. В основе собственно датчика лежит *геркон* – устройство, в котором контакты в обычном состоянии разомкнуты (или замкнуты), а под действием магнитного поля замыкаются (или размыкаются). Сам датчик устанавливается на дверной косяк, оконную раму и так далее, а магнит – на створку. В обычном состоянии датчик и магнит расположены рядом, так что датчик находится в магнитном поле. Когда дверь открывается, магнит удаляется от датчика, действие магнитного поля ослабевает, контакт в датчике размыкается (замыкается), и датчик срабатывает. Если дверь закрывается, магнит снова начинает действовать на датчик, и он снова срабатывает;

– *датчики света*.

Дополнительный дистанционный выключатель. Устройство, которое выглядит как обычный выключатель, но фактически представляет собой пульт дистанционного управления. Как и обычный выключатель, он имеет рамку и клавишу, но не требует подключения к электросети, что позволяет установить его в любом удобном месте. Поскольку дистанционный выключатель лишь отдает радиокomанды другим устройствам, он может работать только в паре с другим интеллектуальным устройством, например с умным выключателем, который получит сигнал и непосредственно включит или выключит светильник, или с умной розеткой, которая по команде дистанционного выключателя обесточит включенный в нее прибор.

В результате вышеизложенные способы автоматизации будут оказывать основополагающее влияние на расчет оптимизации освещенности. Беря в расчет схему управления освещением, включающую вышеизложенные новшества в рационализации среды освещения, мы составим программную среду, производящую расчеты автоматически по оптимизации.

Заключение. Подводя итог, мы планируем получить программную среду, которая будет автоматически производить расчеты по оптимизации освещением, с учетом новшеств в данной среде на современном рынке освещения. Что даст возможность сократить расходы по обслуживанию осветительных приборов, затрагивая отклонение от морального устаревания оборудования и позволяющее максимально рационализировать затраты, получаемые на экономии электроэнергии.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А. С. Губар

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель П. В. Лычев

Введение. Жизнеобеспечение современного общества, его развитие, эффективное функционирование общественного производства, экономики напрямую зависят от надежного электроснабжения. Перебои в электроснабжении наносят существенный ущерб как отдельным потребителям, так и экономике страны в целом. Обеспечение надежности электроснабжения потребителей на любом иерархическом уровне инфраструктуры электроэнергетики при любой форме экономических отношений в обществе было и остается важной задачей. Важность решения задачи повышения надежности систем электроснабжения возрастет в связи с усложнением структуры сетей, появлением в них новых элементов и средств контроля и передачи информации. Это вызывает необходимость разработки новых технических решений при строительстве, реконструкции и эксплуатации распределительных электрических сетей.

Основная часть. Для повышения надежности ВЛ могут выполняться с использованием проводов, покрытых защитной изолирующей оболочкой (ВЛП).

При неизолированных проводах ВЛ, проходящих по суженной против норм просеке, повреждения, вызванные падением деревьев и веток, свисающих крон с гололедно-изморозевыми отложениями на провода, приводят к многочисленным (межфазным и «на землю») замыканиям. Устойчивость таких линий к ветровым и гололедным аномалиям резко возрастает, если провода покрыть защитной изолирующей оболочкой, а элементы ВЛ выполнить механически более прочными.

Основные преимущества ВЛП перед ВЛ с неизолированными проводами:

- исключение коротких замыканий между проводами фаз при падении веток и мелких деревьев на провода, существенное снижение вероятности замыканий на землю;
- повышение надежности линии в зонах интенсивного гололедообразования;
- возможность сужения трассы ВЛП в стесненных условиях (просеки в лесных массивах и зеленых насаждениях, населенных пунктах с уменьшением расстояний до зданий и сооружений и т. д.);
- повышение электробезопасности благодаря снижению риска поражения электрическим током эксплуатационного персонала и населения;

– возможность уменьшения расстояний между проводами на опорах и в пролете, в том числе в местах пересечения и сближения с другими ВЛ, а также при их совместной подвеске на общих опорах;

– возможность увеличения пролетов, так как практически отсутствуют схлестывания проводов (увеличение веса и диаметра провода большого влияния не оказывает).

В части обеспечения надежности электроснабжения потребителей для ВЛ 10 кВ, проходящих по лесным массивам, предписывалось:

1) реконструкцию и новое строительство ВЛ 10 кВ, проходящих по землям лесного фонда, населенных пунктов и территориям третьего района по гололеду и выше в соответствии с региональными картами гололедно-ветровых нагрузок, вести только с применением покрытых проводов;

2) обеспечить совместно с организациями Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь проведение работ по вырубке опасных деревьев (насаждений) в полосах леса, прилегающих к просекам ВЛ;

3) ответственным организациям навести порядок в отношении просек и прилегающим к ним лесным массивам;

4) пересмотреть нормы комплектования и технической оснащенности филиалов электрических сетей машинами и механизмами, специальной высокопроходимой техникой, специнструментом.

Повышение требований к надежности ВЛ, с одной стороны, обуславливает необходимость расширения просек, а с другой – ужесточение требований по охране окружающей среды и экологии, постоянно растущая цена отвода лесных участков под ВЛ диктуют необходимость уменьшения площади вырубki леса для просек.

Говоря о средствах повышения надежности, зарубежные специалисты и белорусские энергетики пришли к выводу, что наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных распределительных сетях является реализация автоматического секционирования воздушных линий электропередачи на основе децентрализованного алгоритма работы многофункциональных автоматических пунктов секционирования. Каждый отдельный секционирующий аппарат представляет собой интеллектуальное устройство, анализирующее режимы работы электрической сети и автоматически производящее ее реконфигурацию в аварийных режимах, т. е. локализацию места повреждения и восстановление электроснабжения потребителей неповрежденных участков сети. Преимуществом такого подхода является отсутствие влияния человеческого фактора – отключение короткого замыкания и локализация повреждения происходит автоматически. Время восстановления питания на неповрежденных участках сети сокращается до секунд, как следствие – снижается риск нанесения ущерба потребителям электрической энергии. При реализации децентрализованного способа применяется автоматический пункт секционирования – реклоузер, представляющий собой совокупность вакуумного коммутационного модуля со встроенной системой измерения токов и напряжения и блока управления с микропроцессорной системой релейной защиты и автоматики.

Реклоузер выполняет следующие функции:

– оперативные переключения в распределительной сети (местная и дистанционная реконфигурация);

– автоматическое отключение поврежденного участка;

– автоматическое повторное включение линии (АПВ);

– автоматическое выделение поврежденного участка;

– автоматическое восстановление питания на неповрежденных участках сети (АВР);

– автоматический сбор, обработку и передачу информации о параметрах режимов работы сети и состоянии собственных элементов.



Рис. 1. Вакуумный реклоузер и его крепление на опорах ЛЭП

Заключение. Таким образом, применение реклоузеров и ВЛП в распределительных сетях позволит значительно повысить надежность электроснабжения потребителей и электроприемников, автоматизировать процессы поиска и локализации повреждений на линии, уменьшить затраты на обслуживание электрической сети, оптимизировать работу диспетчерского и оперативного персонала, повысить технический уровень эксплуатации электрических сетей и в конечном счете создать управляемые и автоматизированные распределительные сети нового поколения.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ОТБОРА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ СЧЕТЧИКА СТК-1

Н. А. Ечишев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

С появлением индукционных приборов учета электрической энергии у абонентов возникали вопросы как можно меньшей оплаты за потребленную электроэнергию, применяя при этом всевозможные методы для ее хищения. Сами того не понимая, что, «экономя» таким образом, наносят ущерб как энергоснабжающей организации, так и энергосистеме в целом. Недобросовестные абоненты пользуются тем, что индукционные приборы учета сильно подвержены влиянию внешних магнитных сил, которые могут вывести прибор из стабильной работы. Так как у индукционных приборов учета класс точности низкий при малых электрических нагрузках у абонентов, то диск индукционного прибора учета может и не вращаться, т. е. при этом неправильно производится учет электрической энергии. Появление статических (электронных) приборов учета позволило производить учет в соответствии с нормативными требованиями, поскольку данные приборы имеют высокий класс точности. Статические (электронные) приборы учета, как и индукционные, также подвержены

воздействию внешних сил [1]. Поэтому целью данной работы является усовершенствование устройства контроля несанкционированного отбора электрической энергии абонента на базе существующего прибора СТК-1, которое позволит защитить приборы учета электрической энергии от внешних воздействий, а также способствовать их правильной и устойчивой работе.

Электрическая схема для устройства контроля несанкционированного отбора электрической энергии на базе существующего счетчика СТК-1 представлена на рис. 1 и включает следующие блоки: фильтр и делитель входных измерительных величин тока. Делитель осуществляет контроль правильного подключения, в случае неправильного подключения он является измерительным элементом для величины тока потребляемой электрической энергии; блок питания; фильтр и делитель измеряемого напряжения; блок памяти для хранения накопленных в процессе эксплуатации и параметрических данных; основной блок для обработки информации.

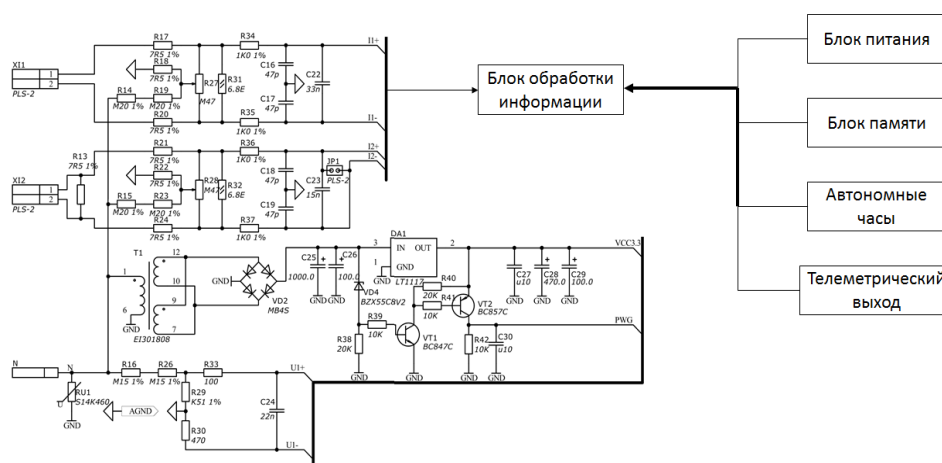


Рис. 1. Электрическая схема на базе счетчика СТК-1

Подключение электрического счетчика осуществляется путем присоединения вводных проводов на клеммы 1 и 3 (1 – фаза, 3 – ноль) и отходящих проводов на клеммы 2 и 4 (2 – фаза, 4 – ноль). Движение входящего и выходящего электрического тока проходит через два измерительных шунта, которые отделены друг от друга и измеряют величину входящего и выходящего тока. При правильном подключении используется фильтр входных измерительных величин тока. Контроль за осуществлением правильной и (или) неправильной схемы подключения выполняет делитель входных измерительных величин тока. В случае выявления неправильной схемы подключения фильтр входных измерительных величин тока подключения является измерительным элементом благодаря входящим в схему двум измерительным шунтам. ПИС-контроллер выполняет функцию сравнения входящих и выходящих токов [2].

Усовершенствованная электрическая схема содержит следующие элементы: измерительный шунт – для расширения измерительного диапазона по току при снижении его чувствительности и разрешающей способности; измерительный трансформатор тока – для расширения пределов измерения напряжений и токов и выполнения нескольких особых функций для измерения характеристик оборудования в разных режимах; ПИС-контроллер – для автоматизации выполнения некоторых действий при помощи подготовленной заранее программы, особенностью которой является доступность всех необходимых функций, а также простота программирования;

делитель напряжения – для понижения уровня выходного напряжения относительно входного, пропорционально коэффициенту передачи; делитель тока – для возможности деления тока в цепи на две составные части с целью использования одной из них, если устройство не рассчитано на большой ток, а также для использования необходимой части тока.

Применение магнитов, а также высокочастотное воздействия приводят к постоянной нестабильной работе счетчиков, которые могут полностью вывести их из работы, поэтому для защиты от этих воздействий был предложен индикатор высокочастотных воздействий, который не только будет регистрировать подобные случаи, но и полностью их блокировать, общий вид индикатора представлен на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид индикатора высокочастотных воздействий

Индикатор высокочастотных воздействий устанавливают на счетчик электроэнергии снаружи. Его форма выбрана такой, чтобы можно было легко установить на боковые поверхности любого счетчика. Он работает без подключения в сеть. Индикатор выполнен таким образом, чтобы реагировать на кратковременные повышения уровня электромагнитного поля, например, во время грозы или при коротких замыканиях. Но если происходит длительное воздействие от импульсных или высокочастотных генераторов, то он регистрирует это событие. Так как данный индикатор высокочастотных воздействий не имеет батарейки для питания светодиодов, то для считывания информации при проверках используют специальный блок питания, который может быть один для десятков и сотен индикаторов, государственная поверка для него не требуется.

Индикатор высокочастотных воздействий питается от бесконтактного блока (рис. 3).



Рис. 3. Бесконтактный блок питания

При поднесении бесконтактного блока питания (считывателя) к индикатору высокочастотных воздействий во время проверок загорается светодиод. Горение зеленого светодиода индикатора говорит о том, что воздействий не зафиксировано. Красный светодиод свидетельствует о высокочастотных воздействиях, желтый – о магнитных [3].

Таким образом, разработанное устройство обеспечивает бесперебойный учет электроэнергии вне зависимости от использования самодельных приспособлений, работающих по принципу импульсного кратковременного отбора тока, а также от воздействий мощных постоянных магнитов.

Литература

1. Красник, В. В. 101 способ хищения электроэнергии / В. В. Красник. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 112 с.
2. Рошин, В. А. Схемы включения счетчиков электрической энергии : производств.-практ. пособие / В. А. Рошин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2007. – 112 с. : ил.
3. Борьба с приборами для остановки счетчиков. – 2018. – Режим доступа: http://www.batrika.com/pelengator_ru/. – Дата доступа: 21.12.2018.

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ АВТОПОВОРОТА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

А. Э. Зуев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Цель данной работы – изучить зависимость потребляемой мощности устройством автоповорота фотоэлектрических модулей от габаритов, массы и частоты вращения установки.

Задача работы – оценить эффективность применения устройства автоповорота фотоэлектрических модулей и актуальность применения данной технологии.

Система автоповорота фотоэлектрических модулей (далее солнечный трекер) используется для увеличения выработки электроэнергии солнечными модулями. По данным компаний-производителей моделей трекера, прирост выработки составляет до 45 % в день от выработанной электроэнергии без его использования. Также солнечный трекер позволяет стабилизировать значение вырабатываемой электроэнергии в течение светового дня.

Основными недостатками солнечного трекера являются:

- потребление электроэнергии на собственные нужды;
- необходимость обслуживания системы.

В каталогах компаний-производителей моделей трекера не указывается определенная величина потребления электроэнергии устройствами привода (шаговыми двигателями). Указывается лишь то, что потребление электроэнергии на собственные нужды пренебрежительно мало. Отсутствие этой информации создает необходимость в оценке эффективности применения солнечного трекера.

Для оценки эффективности применения солнечного трекера необходимо провести анализ потребления электроэнергии на собственные нужды установки, а в частности привода. Зная зависимость механической мощности, необходимой для поворота установки, можно также определить влияние габаритов, массы и частоты вращения установки на необходимую мощность.

Рассмотрим упрощенную модель трекера для определения механической мощности, необходимой для поворота солнечных модулей массой m , габаритами h , l , f , с частотой вращения n вокруг своей оси. Для простоты расчета пренебрежем влиянием сил трения.

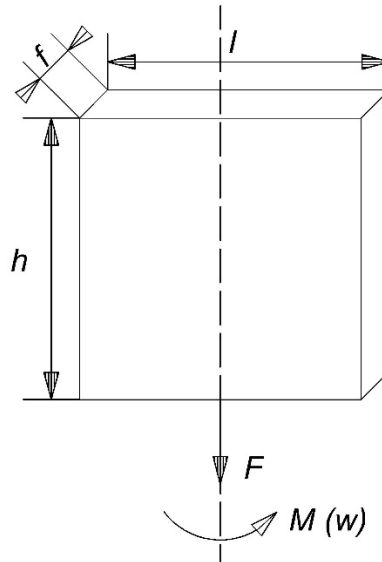


Рис. 1. Упрощенная схема трекера

Формула для определения механической мощности тела в общем виде:

$$N = \frac{E_{\text{кин}}}{\Delta t}, \quad (1)$$

где N – механическая мощность, Вт; $E_{\text{кин}}$ – кинетическая энергия тела после завершения процесса, Дж; Δt – время протекания процесса, с;

Формула для кинетической энергии тела:

$$E_{\text{кин}} = \frac{J_c w^2}{2} \frac{\Delta\varphi}{2\pi}, \quad (2)$$

где $J_c = \frac{m(h^2 + l^2)}{12}$ – момент инерции для тела относительно оси, проходящей через центр масс тела в соответствии с теоремой Штейнера, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; w – угловая скорость, рад/с; $\Delta\varphi$ – изменение угла поворота, рад.

Тогда формула для определения кинетической энергии принимает вид:

$$E_{\text{кин}} = \frac{m(h^2 + l^2)w^2}{24} \frac{\Delta\varphi}{2\pi}. \quad (3)$$

Подставив (3) в (1), получим:

$$N = \frac{m(h^2 + l^2)w^2 \cdot \Delta\varphi}{24 \cdot 2\pi \cdot \Delta t}. \quad (4)$$

Исходя из выражения для определения угловой скорости:

$$w = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}, \quad (5)$$

получим формулу для определения мощности, необходимой для одного поворота тела вокруг оси, проходящей через его центр масс:

$$N = \frac{m(h^2 + l^2)w^3}{24 \cdot 2\pi}. \quad (6)$$

Для наглядности проведем ряд вычислений по формуле (6).

Результаты вычислений

| $P_{\text{ном}}, \text{Вт}$ | $m, \text{кг}$ | $h, \text{м}$ | $l, \text{м}$ | $n, \text{об./мин}$ | $N, \text{Вт}$ | $T_{\text{раб}}, \text{мин}$ | $W_{\text{раб}}, \text{Вт} \cdot \text{с/д}$ | Эффективность, % |
|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------------|----------------|------------------------------|--|------------------|
| 250 | 18 | 1,64 | 0,992 | 1 | 0,0005 | 0,5 | 0,06 | 99,99 |
| 250 | 18 | 1,64 | 0,992 | 10 | 0,503 | 0,05 | 6,04 | 99,99 |
| 500 | 36 | 1,64 | 1,984 | 1 | 0,0018 | 0,5 | 0,22 | 99,99 |
| 500 | 36 | 1,64 | 1,984 | 10 | 1,815 | 0,05 | 21,78 | 99,99 |
| 3000 | 108 | 3,28 | 5,952 | 1 | 0,038 | 0,5 | 4,55 | 99,99 |
| 3000 | 108 | 3,28 | 5,952 | 10 | 37,95 | 0,05 | 455,36 | 99,99 |

Из результатов расчета мощности в таблице следует, что при низких скоростях вращения значения мощности пренебрежимо малы. Это свидетельствует о том, что предлагаемая методика расчета несовершенна и требует дальнейшей корректировки. Так, например, необходимо учесть влияние силы трения в механических опорах и подшипниках, а также КПД различных узлов трекера.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМ

Н. М. Кидун, П. А. Адаменко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Шаповалов

Утилизация тепла с помощью тепловых труб и термосифонов представляет определенный интерес. Некоторые иностранные компании начали представлять свои теплообменники с использованием замкнутых двухфазных теплопередающих устройств. Одной из таких компаний является итальянская компания Cominter, которая производит фреоновые рекуперативные теплообменники (RCD) – аппараты, разделенные на две части, через одну из которых осуществляется вход воздуха, через другую – выход [1].

В теплообменниках, изготовленных на базе термосифонов, достигается передача высокого теплового потока и эффективная теплопроводность, так как скрытая теплота парообразования велика, и даже при малой разности температур между концами теплообменного аппарата он может передавать значительное количество теплоты. Не-

смотря на простоту идеи, исполнение теплообменников может быть крайне разнообразным и зависит от способов применения, используемых сред и т. д.

При определенных условиях теплообменный аппарат на основе термосифонов можно использовать вместо кожухотрубчатых и пластинчатых теплообменников, так как они обладают следующими преимуществами:

- 1) высокий коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности термосифона (за счет фазового перехода теплоносителя в термосифоне) и высокий коэффициент теплопередачи от испарителя к конденсатору термосифона;
- 2) способность быстро выходить на рабочий режим;
- 3) термосифон способен работать при малом градиенте температур;
- 4) быстрый перенос энергии в термосифоне.

На Гомельской ТЭЦ-1 филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго» установлена газотурбинная установка Н-25 производства Mitsubishi Hitachi Power Systems. Рассмотрим применение теплообменного аппарата на основе термосифона в качестве маслоохладителя газотурбинной установки.

Смазочное масло в турбоагрегатах используется для смазки подшипников турбин, агрегатов, подшипников редуктора и боковых подшипников. Некоторое количество смазочного масла передается в систему управления и управляющее устройство.

Так, температура слива масла с подшипников турбины составляет 60–70 °С, а температура слива масла из редуктора составляет 75–80 °С, что позволяет использовать в качестве теплоносителя не только фреон, но и дистиллированную воду при создании достаточного уровня разрежения при заправке.

В качестве охлаждающей среды можно использовать 50%-й раствор вода-этиленгликоля, который затем подается на «сухие» вентиляторные градирни для охлаждения. Добавление этиленгликоля в охлаждающую среду позволяет избежать возникновения ледяных пробок в зимнее время в наружных циркуляционных трубопроводах контура охлаждения турбины. А принимая во внимание, что использование вентиляторных градирен позволяет создать замкнутую систему без атмосферного доступа, то при добавлении ингибиторов коррозии при первичной заправке системы это позволит значительно снизить коррозионную активность и продлить срок службы оборудования.

Возможная схема маслоохладителя газовой турбины приведена на рис. 1.

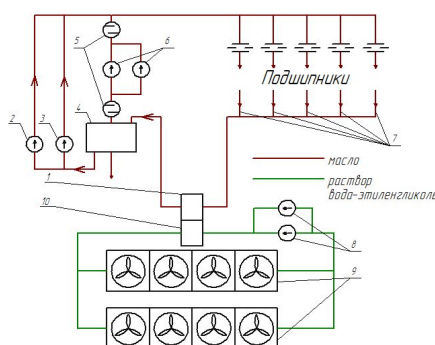


Рис. 1. Схема маслоохладителя газовой турбины на основе термосифонов:

- 1 – конденсатор теплообменного аппарата на основе термосифонов;
- 2 – вспомогательный масляный насос; 3 – аварийный масляный насос;
- 4 – маслобак газовой турбины; 5 – масляные фильтры; 6 – масляные насосы;
- 7 – сливы масла с подшипников газовой турбины и из редуктора; 8 – насосы контуров градирен ГТУ; 9 – градирни контура ГТУ; 10 – испаритель теплообменного аппарата на основе термосифонов

Теплообменные аппараты на основе термосифонов можно использовать в качестве воздухоохлаждителя газотурбинной установки. При снижении температуры воздуха, поступающего на всас компрессора ГТУ, снижается плотность воздуха и затрачивается меньше энергии на сжатие. Так как ГТУ имеет одновальное исполнение, т. е. компрессор и генератор ГТУ установлены на одном валу, повышается выработка электроэнергии генератором. При повышении температуры воздуха на всасывании в ГТУ вырабатываемая электрическая мощность снижается, а объем потребления газа повышается.

Существуют различные технические схемы охлаждения воздуха, поступающего в газовую турбину, одной из которых является применение теплообменных аппаратов на основе термосифонов.

Применение классических кожухотрубчатых или пластинчатых теплообменников неэффективно, так как температурный напор невысок.

Для решения проблемы снижения вырабатываемой ГТУ электрической мощности при повышенных температурах наружного воздуха предлагается установить теплообменник, который служит для охлаждения приточного воздуха на входе в ГТУ до $+15-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Известно, что обычно ГТУ работают с постоянным расходом воздуха, соответственно при повышении его температуры, снижается его плотность и, следовательно, снижается мощность ГТУ. Снижение температуры подаваемого в турбину воздуха с 40 до $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ предотвращает снижение мощности ГТУ на 30% , которое произойдет при подаче воздуха на всасывание турбины с высокой температурой.

Схема применения воздухоохлаждителя ГТУ представлена на рис. 2.

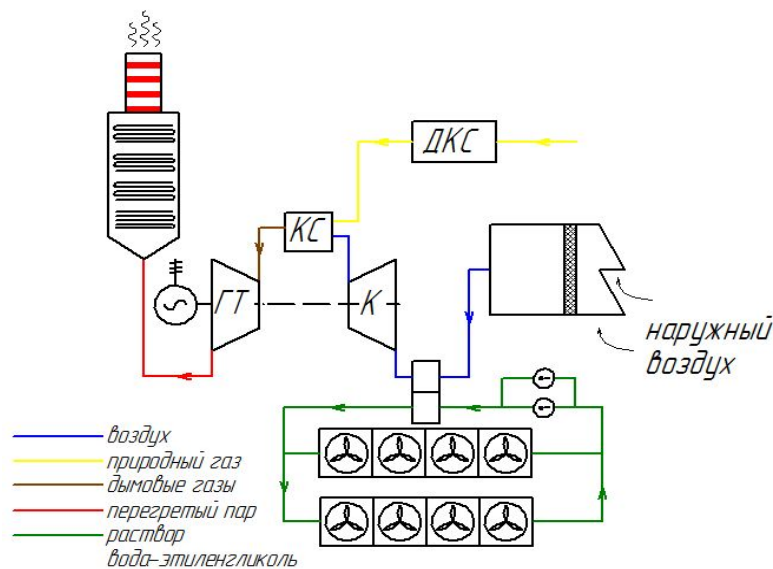


Рис. 2. Схема воздухоохлаждителя ГТУ

Наружный воздух поступает на компрессор газотурбинной установки через комплексную воздухоочистительную установку (КВОУ), в которой установлен блок входных фильтров. После КВОУ воздух подается на испаритель теплообменного аппарата на основе термосифонов, в котором за счет испарения фреона внутри труб термосифона снижает свою температуру. Охлажденный воздух поступает на всас компрессора ГТУ, где происходит сжатие воздуха перед подачей его в камеру сгора-

ния. При предварительном охлаждении воздуха на процесс сжатие затрачивается меньшее количество энергии, и так как компрессор находится на одном валу с газотурбинной установкой, увеличивается КПД газотурбинной установки и увеличивается отпуск электроэнергии в сеть.



Рис. 3. Изменение электрической и тепловой мощности газовой турбины в зависимости от температуры воздуха на входе

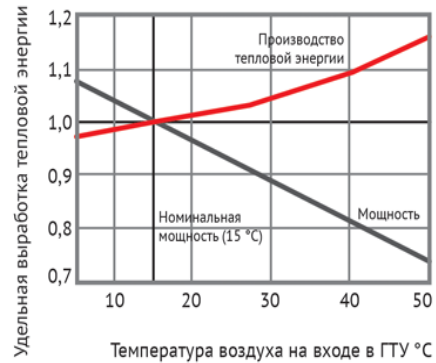


Рис. 4. Пример зависимости мощности ГТУ от температуры наружного воздуха

Необходимо учитывать, что любое дополнительное сопротивление на входе воздуха в ГТУ негативно сказывается на основных показателях работы ГТУ. При охлаждении воздуха на теплообменнике при определенных условиях может образовываться конденсат, для предотвращения уноса конденсата в турбину необходимо предусмотреть каплеуловитель.

Л и т е р а т у р а

1. Безродный, М. К. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика / М. К. Безродный, И. Л. Пиоро, Т. О. Костюк. – Киев : Факт, 2005. – 704 с.
2. Cominter. – Режим доступа: <http://www.comintersrl.com>. – Дата доступа: 21.03.2019.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ДЕМОНСТРАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

Е. В. Клекта

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. И. Злотников

Несмотря на то что со времени создания трансформатора Тесла прошло уже более 120 лет, интерес к этому прибору не угасает и находятся все более интересные области его применения. Хотя в наше время трансформатор Тесла чаще всего используется для создания спецэффектов (кино, сцена, красочные шоу, презентации), однако его применение не исчерпываются этим. Он служит для генерации мощных высокочастотных электромагнитных колебаний, которые успешно применяются для беспроводной передачи данных, в медицине (дарсонвализация), для поиска течей в вакуумных системах (искровой течеискатель), для демонстрационно-познавательных целей и др.

Целью данной работы является выбор наиболее оптимальной конструкции трансформатора Тесла, его изготовление и использование для демонстрации различных электромагнитных и электрофизических явлений при изучении курса физики.

Трансформатор Тесла относится к числу резонансных трансформаторов и состоит из первичной и вторичной обмоток и устройства, обеспечивающего питание первичной обмотки на резонансной частоте вторичной. Если обеспечить это условие, то напряжение на выходе может возрасти в сотни раз, фактически оно ограничено лишь электрической прочностью окружающего воздуха и самого трансформатора. Схема классического трансформатора приведена на рис. 1.

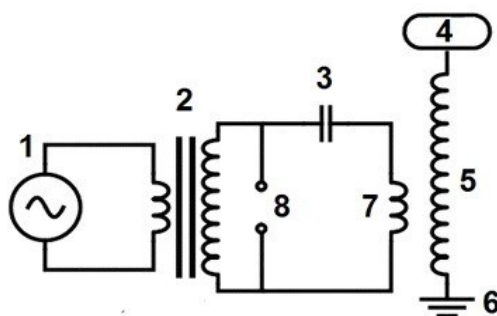


Рис. 1. Устройство классического трансформатора Тесла:

- 1 – источник питания (аккумулятор с прерывателем); 2 – низкочастотный входной трансформатор (катушка Румкорфа); 3 – конденсатор колебательного контура; 4 – выход (терминал); 5 – вторичная обмотка; 6 – заземление; 7 – первичная обмотка; 8 – разрядник с искровым промежутком

Импульсный ток, получаемый от аккумулятора с помощью прерывателя типа телеграфного ключа, подавался на входной низкочастотный трансформатор, в качестве которого использовались индукционные катушки (например катушка Румкорфа), при этом напряжение увеличивалось до нескольких тысяч вольт за счет обычного трансформаторного эффекта. Вторичная обмотка входного трансформатора включена в колебательный контур, в состав которого входит первичная обмотка собственно трансформатора Тесла, конденсатор и разрядник – обычно это искровой промежуток между электродами катушки Румкорфа. Когда заряд на конденсаторе достигал напряжения пробоя, возникал газовый разряд и конденсатор разряжался через разрядник. Пока через разрядник протекал электрический ток, в колебательном контуре возникали высокочастотные колебания, а во вторичной цепи – резонансные колебания, что приводило к появлению на выходе (терминале) высокого напряжения.

В современных трансформаторах Тесла основной элемент трансформатора – первичный и вторичный колебательный контуры – остается неизменным, но одна из его частей – генератор высокочастотных колебаний – может иметь различную конструкцию, причем редко используются разрядники с искровым промежутком.

Среди многочисленных современных конструкций трансформатора Тесла нами была выбрана схема, приведенная на рис. 2 [1]. Данная схема известна как качер Бровина, так как она была изобретена В. И. Бровиным в процессе постройки электромагнитного компаса [2]. Преимуществами данной конструкции являются: простота конструкции, малые габариты, высокая доступность деталей, стабильность схемы. Выбранная конструкция включает: VT1 – транзистор IRFP460N; VD1 – диод КД202Р; VD2 – стабилитрон Д814; C1 – конденсатор 150 мкФ, 400 В; L3, L4, L5 –

дроссели от люминесцентных ламп (могут быть заменены одним дросселем соответствующей мощности 40–80 Вт); $R1$ и $R2$ – сопротивления 2 и 50 кОм, соответственно.

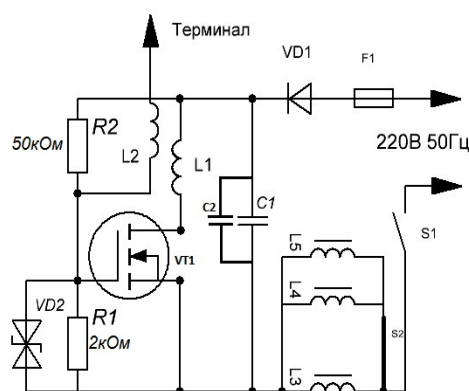


Рис. 2. Схема, использованная при изготовлении действующего макета, пояснения по тексту

При подаче напряжения резисторный делитель создает небольшой потенциал на затворе, происходит открытие транзистора и большой ток протекает через транзистор и первичную обмотку. В это время на вторичной обмотке наводится ЭДС, которая закрывает транзистор, ЭДС исчезает, так как ток через первичную обмотку не течет. Далее делитель вновь открывает транзистор и все повторяется. В таком режиме транзистор представляет собой твердотельный разрядник, работающий в режиме обратимого пробоя.

Действующий макет трансформатора Тесла был изготовлен следующим образом. В качестве каркаса вторичной обмотки использовали ПВХ-трубу диаметром 50 мм. Для намотки вторичной обмотки использовали эмалированный медный провод диаметром 0,4 мм. Витки провода располагали строго параллельно без наложений, что обеспечивает отсутствие пробоев между витками и паразитных коронных разрядов. Был получен соленоид длиной 360 мм, содержащий 900 витков. Что касается первичной обмотки, то известны три ее варианта: плоская спираль, короткая винтовая и коническая обмотка [3]. Первая обеспечивает максимальную электрическую прочность, но в ущерб величине индуктивной связи. Вторая создает наилучшую связь, обеспечивает максимальный КПД, но чем она длиннее, тем больше вероятность пробоя между ее верхним концом и вторичной обмоткой. Коническая обмотка – это промежуточный вариант, позволяющий получить наилучший баланс между индуктивной связью и электрической прочностью, однако она наиболее сложна в расчетах или требует долгого экспериментирования для выбора числа витков и их диаметров. Поэтому для нашего трансформатора была выбрана винтовая обмотка как самая простая. Ее изготовили из алюминиевого монтажного провода диаметром 4 мм. Диаметр первичной обмотки – 100 мм, число витков – 7. Она располагалась коаксиально со вторичной обмоткой и удерживалась в заданном положении за счет жесткости провода. Корпус изготовлен из фанеры толщиной 12 мм, сверху расположен радиатор с транзистором и обвязкой, внутри корпуса дроссель, диод и конденсатор, для включения используется тумблер на 2,5 А, для подключения сетевого провода использовали разъем типа «восьмерка».

Общий вид изготовленного трансформатора Тесла приведен на рис. 3.



Рис. 3. Действующий макет трансформатора Тесла



Рис. 4. Демонстрация стримеров с помощью трансформатора Тесла, длина стримеров около 8 см

Действующий макет трансформатора был использован на занятиях по физике в разделе «Электричество и магнетизм» для демонстрации следующих физических явлений:

- коронный разряд – свечение воздуха в электрическом поле высокого напряжения;
- искровой разряд – пучок ярких, быстро исчезающих искровых каналов;
- стримеры – устойчивые светящиеся разветвленные каналы, которые уходят непосредственно в воздух (рис. 4);
- дуговой разряд – возникает при поднесении к выходу трансформатора заземленного предмета, это наиболее мощный из электрических разрядов;
- распространение электромагнитных волн в окружающем пространстве – свечение газоразрядных ламп на различном расстоянии от трансформатора;
- образование стоячей электромагнитной волны вдоль вторичной обмотки трансформатора – перемещая маленькую газоразрядную лампочку вдоль оси катушки вторичной обмотки, можно определить места, где свечение максимально (пучности), а где минимально (узлы).

Таким образом, изготовить трансформатор Тесла достаточно высокой мощности можно из доступных и недорогих материалов и электронных приборов. Трансформатор Тесла является отличным наглядным пособием для изучения электромагнитных явлений на занятиях по физике.

Литература

1. Качер на полевом транзисторе. – Режим доступа: https://radioskot.ru/publ/bp/kacher_na_polevom_tranzistore/7-1-0-779.
2. Качер Бровина. – Режим доступа: <https://x-faq.ru/index.php?topic=118.4280>.
3. Катушка Тесла. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/145931>.

СОВРЕМЕННЫЙ РЫНОК ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС: ПЕРСПЕКТИВЫ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В. А. Клещев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

В больших зданиях довольно трудно поддерживать постоянную комфортную температуру без лишних затрат. Такие огромные помещения, как залы супермаркетов, торговых центров, вокзалов и производственных цехов, требуют использования не только современных технологических решений по энергоэффективному отоплению в зимние месяцы и кондиционированию в жаркий период года, но и применения инновационных решений по рациональному разделению пространств. Такого разделения, которое не будет помехой для людей и в то же время станет надежным препятствием для проникновения внутрь отапливаемого помещения наружного воздуха.

Воздушно-тепловые завесы представляют собой системы воздушного барьера между разнотемпературными средами. На сегодняшний день оборудование такого типа является самым продуктивным и эффективным при использовании его в целях снижения тепловых потерь в любом здании, где это происходит, в связи с большим потоком людей.

Принцип работы воздушно-тепловых завес основан на отсечении наружного воздуха в дверном проеме (или окне) от внутренней среды посредством направленного воздушного потока большой мощности. Они используются в качестве оборудования для создания дополнительного источника тепла в зимнее время и для сокращения расходов на кондиционирование летом. Тепловая завеса может работать в двух режимах. Как шибер – принудительно препятствовать проникновению в помещение наружного воздуха, создавая для него непроходимый воздушный барьер. И в режиме смешения – холодный наружный воздух подогревается до комфортной температуры, смешиваясь с теплым потоком тепловой завесы. В летнее время шиберная воздушная завеса отсекает горячий пыльный воздух улицы от кондиционируемого прохладного воздуха в помещении.

Выбор типа тепловой завесы зависит от желаемого режима работы, а также от наличия теплоносителя на объекте.

Завесы можно классифицировать по следующим признакам:

По функции нагрева различают завесы с функцией нагрева (воздушные тепловые завесы) и завесы без нагрева (просто воздушные завесы).

По назначению и применению различают завесы бытовые или промышленные.

По типу установки различают горизонтальные и вертикальные модели, но большинство завес универсальны.

По типу источника тепла завесы подразделяются на:

– электрические (ТЭН, спираль и т. д.). Являются самыми распространенными и доступными моделями тепловых завес. Из достоинств – простой монтаж и широкий ассортимент моделей и производителей. Из недостатков – затраты на электроэнергию;

– водяные. Источник тепла – горячая вода. Экономичны, по сравнению с электрическими завесами, отличаются высокой мощностью, однако стоимость оборудования выше, а монтаж существенно сложнее;

– газовые. Работают на природном газе, а это один из самых дешевых видов топлива. Из минусов – высокая стоимость оборудования;

– без источника тепла. Чаще всего используются в холодильных и морозильных камерах для защиты проемов или для разграничения больших помещений на зоны с разным температурным режимом.

На сегодняшний день на рынке представлено немало надежных брендов тепловых завес. Оборудование каждого производителя имеет свои особенности, которые нужно учитывать. Наиболее распространены тепловые завесы зарубежных производителей – Frico (Швеция), Ругох (Норвегия), Termoscreens (Англия), Olefini (Греция).

Проведенный в данной работе экспресс-обзор тепловых завес посвящен оборудованию от восьми фирм-производителей, представляющих на рынке модели с электрическим подогревом воздушного потока [1].

Воздушные тепловые завесы Ballu (Китай). Тепловые завесы широкого спектра назначения предлагает корпорация Ballu Industrial Group, штаб-квартира которой расположена в Гонконге. В тепловых завесах используются тангенциальные вентиляторы и установлена защита от перегрева. Модели от 5000TR комплектуются пультами дистанционного управления.

Воздушные тепловые завесы Frico (Швеция). Оборудование производства компании Frico, образованной в 1932 г., признано одним из лучших в мире и отличается большим разнообразием моделей, высокой надежностью, низким уровнем шума. Широкий модельный ряд их продукции охватывает практически все сферы применения – от небольших оконных проемов до дверных проемов до 10 м в промышленных помещениях. Завесы этих торговых марок отличаются высоким качеством и низким уровнем шума.

Для малых проемов (открытых окон отпуска товара, киосков, касс) предлагаются завесы Thermozone AD 100. Завесы оборудованы встроенным пультом управления. Модели с электрообогревом защищены от перегрева и снабжены встроенным термостатом. Корпус выполнен из гальванизированной и покрашенной белой эмалью листовой стали.

Для нечасто открываемых входных дверей предназначены завесы PA2200C (высота установки – до 2,2 м). Управление производится с панели на корпусе прибора или с дистанционного пульта. Вентилятор может работать в трехступенчатом режиме, а нагреватель имеет две степени регулировки. В комплект входит кабель длиной 1,5 м с вилкой (модели мощностью 3 кВт). Воздушные завесы PA2500 (высота установки – до 2,5 м) предназначены для магазинов, офисов и других общественных зданий. Они могут работать в полностью автоматическом режиме благодаря интеллектуальной системе управления SIRE. Вентилятор и нагреватель имеют трехступенчатую регулировку.

Кроме того, компания предлагает завесы PA3200 (высота установки – до 3,2 м), PA3500 (до 3,5 м), а также завесы без обогрева ADA (до 2,5 м), дизайнерские модели с корпусом из нержавеющей стали Frico Portier (до 2,5 м) и др.

Воздушные тепловые завесы Olefini (Греция). При производстве тепловых завес компании Olefini S. A. используется пластмасса, рассчитанная на эксплуатацию при температуре 110 °С (кратковременно – 180 °С). Оборудование имеет многоступенчатую защиту от перегрева: по всей длине завесы расположено от 3 до 6 термодатчиков, прерывающих нагрев при температуре выше 75 °С. Для малых проемов (киосков, касс) предназначены завесы MINI 700. Диаметр вентилятора – 60 мм. Управление – механическое. Корпус изготовлен из нержавеющей стали, без пылеулавливающих фильтров. Устанавливаются только горизонтально. Электрические тепловые завесы MINI800 (диаметр вентилятора 100 мм) могут оснащаться пультом ДУ и ленточным безынерционным нагревательным элементом. Модели Intellect имеют электронное управление и возможность подключения концевого выключателя и термостата помещения. Единый корпус – из нержавеющей стали без пылеулав-

ливающих фильтров. Применяется ленточный нагревательный элемент. Электрические тепловые завесы LEH-13S, L/REH-13, KEH-14–18 имеют диаметр вентилятора 100 мм, электронное управление, возможность подключения концевого выключателя и термостата помещения, пылеулавливающие фильтры на воздухозаборных решетках (маркировка F), ТЭН. Устройства могут быть изготовлены в корпусе из нержавеющей стали (S/S); устанавливаться вертикально (VERT) и комплектоваться пультом ДУ (IR). Компания также предлагает более мощные завесы с диаметрами вентилятора 120 и 130 мм.

Воздушные тепловые завесы Defender (Польша). Воздушно-тепловые завесы Defender, производства польской компании EugoHeat, изготавливаются в трех типоразмерах (1; 1,5; 2 м) с электрическими (EHN) нагревателями и без них (CDN). Возможен как вертикальный, так и горизонтальный монтаж. Изделия укомплектованы универсальными монтажными кронштейнами.

Воздушные тепловые завесы Mitsushito (Китай). Модельный ряд торговой марки Mitsushito на белорусском рынке представлен тремя видами тепловых завес с электрическим подогревом с различной шириной корпуса: 900, 1200 и 1500 мм. Крепление завес горизонтальное. Предназначены для установки над дверными проемами высотой до 3 м. Управление осуществляется с помощью пульта ДУ.

Воздушные тепловые завесы Neoclima (Греция). ТМ Neoclima представлена на рынке тепловых завес стран СНГ двумя сериями оборудования: Intellect и Standart. Обе линейки имеют тепловые завесы как с электрическим подогревом воздушного потока, так и без него. Оборудование может дополнительно комплектоваться пультом ДУ и датчиками открывания дверей.

Воздушные завесы Intellect выпускаются шириной – от 1 до 2 м. Имеют четыре ступени мощности (в %): 0–33–66–100. Могут монтироваться как горизонтально, так и вертикально. Маркировка INOX указывает на то, что корпус изготовлен из нержавеющей стали. Стандартный комплект содержит проводной настенный пульт, пылеулавливающие фильтры, автоматику для подключения датчика двери (концевого выключателя) и термостата. Возможна работа в каскаде.

Воздушные тепловые завесы Soler&Palau (Испания). Испанская ТМ Soler&Palau представлена линейкой электрических тепловых завес серии COR. Они предназначены только для горизонтальной установки над дверными проемами высотой от 2,5 до 10 м. Все приборы оснащены термостатами и защитой от перегрева, укомплектованы выносными пультами управления. Эффективная длина струи воздуха составляет 4 м, кроме модели COR-10 (3 м). В качестве нагревательного элемента используются ТЭНы. Корпуса моделей изготовлены из окрашенного металла.

Воздушные тепловые завесы «Термія» (Украина). ПАО «Маяк», производитель электрообогревательных приборов под собственной торговой маркой «Термія» на рынке тепловых завес представлено восьмью моделями для горизонтального монтажа. Завесы мощностью 3 и 4 кВт (рабочая длина – 800 мм) оборудованы слюдопластовыми нагревательными элементами с встроенной защитой от перегрева. Выпускается два варианта исполнения: с сетевым шнуром и без него. Тепловые завесы мощностью 4,5; 6; 9 кВт (рабочая длина – 1000 мм) обеспечены защитой от перегрева, аварийной и пожароопасной ситуации. Предусмотрено два варианта исполнения: с ТЭНом и со слюдопластовым элементом. В комплект поставки входят: выносной пульт управления с встроенным термостатом и кронштейны для крепления на стене.

Литература

1. Обзор рынка тепловых завес: Режим доступа: https://hvac-school.ru/biblioteka/reklamshhiku/materiali_zhurnala/issledovaniya_rinka/obzor_rinka_teplovih_zaves/. – Дата доступа: 11.03.2019.

ПЕРЕГРЕВ ПАРОВ ХЛАДАГЕНТА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГТУ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

В. П. Ключинский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Парогазовые установки (ПГУ) находят все более и более широкое применение в современной энергетике. Одной из основных частей ПГУ является газотурбинная установка (ГТУ), работающая по циклу Брайтона. Существует два основных направления повышения эффективности ГТУ: повышение температуры газов перед газовой турбиной и снижение температуры на выхлопе ГТУ. В современных ГТУ установках температура выхлопа газовых турбин достигает 300 °С и ниже.

Вторая часть ПГУ состоит из котла утилизатора и турбодетандера, работает по циклу Ренкина (чаще всего по классическому циклу Ренкина).

Исследования ряда авторов [1] показали, что при температурах 250–300 °С и менее классический цикл Ренкина становится конкурентоспособным с органическим циклом Ренкина (таблица).

Диапазон температур эффективности циклов

| Цикл работы генерирующих установок | Температура теплоносителя, °С |
|---|-------------------------------|
| Цикл Калины | Менее 90 |
| Органический цикл Ренкина | 90–250 |
| Классический цикл Ренкина (паровой цикл), органический цикл Ренкина | 250–300 |
| Классический цикл Ренкина | Более 300 |

Таким образом, при современном развитии газотурбинных установок наравне с классическим циклом Ренкина может быть использован и органический цикл Ренкина (ОРЦ) с низкокипящим рабочим телом.

Согласно [2] для повышения экономичности работы ПГУ утилизационного типа, работающей по паровому циклу Ренкина, предложено осуществить промежуточный перегрев водяного пара в камере сгорания ГТУ парогазовой установки. Данное мероприятие приводит к снижению удельного расхода условного топлива на выработку электроэнергии на 7,93 % и увеличению КПД ПГУ на 4,4 %.

Цель работы: изучить возможность использования перегрева в камере сгорания ГТУ для ПГУ утилизационного типа на ОРЦ цикле (рис. 1).

Принцип работы установки следующий: воздух компрессором *1* подается в камеру сгорания ГТУ, куда поступает и топливо. В камере сгорания происходит процесс горения, при этом температура дымовых газов повышается свыше допустимой для их подачи в газовую турбину. Таким образом, предлагается данные газы охлаждать до необходимой температуры за счет подвода низкокипящего рабочего тела (используемого в ОРЦ) в кольцевой канал, расположенный с наружной стороны камеры сгорания ГТУ. Регулирование температуры газов производится за счет изменения расхода хладагента через кольцевые каналы при помощи регулирующей заслонки *7*. Также может осуществляться подмес вторичного воздуха для охлаждения дымовых газов, используемый в классической схеме ГТУ. Далее дымовые газы с ка-

меры сгорания поступают в газовую турбину 3, где расширяются, приводя во вращение ротор турбины, компрессор и генератор, расположенные на одном валу. Выхлопные газы ГТУ подаются в котел утилизатор 4, где оставшееся тепло отдают рабочему телу органического цикла Ренкина и выбрасываются в дымовую трубу. В органическом цикле Ренкина конденсировавшиеся пары хладагента из конденсатора 6 насосом 8 подаются в котел утилизатора 4, где парообразуются и частично перегреваются. Далее часть хладагента подается в камеру сгорания ГТУ, где дополнительно перегревается. Вторая часть хладагента подается мимо камеры сгорания, смешивается с частью хладагента, прошедшего камеру сгорания ГТУ, и поступает в турбодетандер 5. В турбине хладагент расширяется, отдавая энергию ротору турбины, и, следовательно, генератору, расположенному на валу турбины, и поступает в конденсатор 6, где конденсируется, и цикл замыкается.

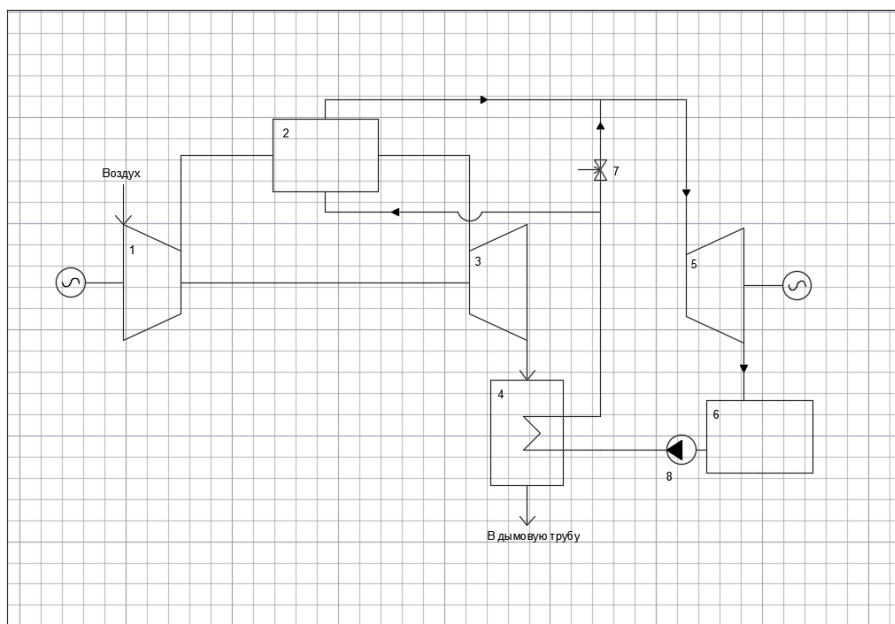


Рис. 1. Парогазовая установка утилизационного типа на органическом цикле Ренкина

Расчет термического КПД при различном количестве рабочего тела, подаваемого в кольцевые каналы камеры сгорания ГТУ (от 0 до максимально необходимого для охлаждения дымовых газов до нужной температуры), показал, что при увеличении пропуска рабочего тела через каналы камеры сгорания термический КПД парогазового цикла не растет (как в паровом цикле Ренкина), а снижается с 61 до 35 %.

Анализ полученных результатов показал, что при таких параметрах выхлопа ГТУ термический КПД цикла Брайтона превышает термический КПД органического цикла Ренкина (рис. 2) и, следовательно, передача теплоты в камере сгорания ГТУ хладагенту будет приводить к снижению эффективности работы парогазовой установки в целом.

Исследуя зависимость КПД ГТУ от температуры выхлопных газов (рис. 2), обнаружено, что КПД двух циклов (цикла Брайтона и ОРЦ) становятся равными только при температуре выхлопа более 600 °С, а при таких температурах целесообразнее использовать классический (паровой) цикл Ренкина.

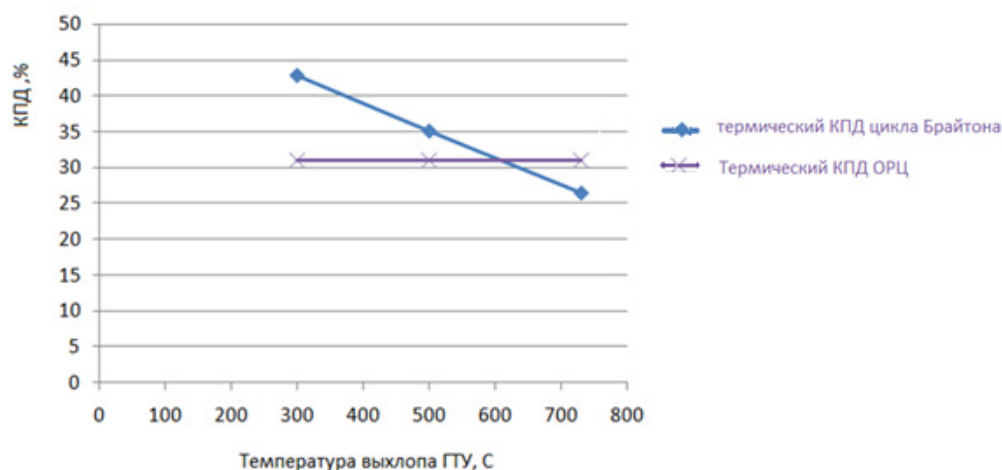


Рис. 2. Зависимости КПД от температуры выхлопа ГТУ

Заключение. Применение дополнительного перегрева в камере сгорания ПГУ-У на органическом цикле Ренкина отрицательно сказывается на экономической эффективности ПГУ. Такая установка может быть целесообразна только в случае, если температура выхлопных газов ГТУ будет более 600 °С, и эти газы будут использованы для каких-то целей технологического процесса, тогда, после совершения техпроцесса, оставшаяся теплота дымовых газов может быть утилизирована в органическом цикле Ренкина.

Литература

1. Применение турбодетандера в паросиловых установках для утилизации тепловой энергии в системах теплоснабжения / Р. А. Садыков [и др.] // Теплоэнергетика. – 2016. – № 5. – С. 56–62.
2. Кидунов, А. А. Промежуточный перегрев водяного пара в камере сгорания ГТУ парогазовой установки / А. А. Кидунов, К. Р. Хусаинов // Энергетик. – 2017. – № 11. – С. 33–36.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ТОПЛИВА И ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕГОНКИ НА ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

В. А. Костюченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Макеева

Фракционный состав имеет важное эксплуатационное значение, так как характеризуют испаряемость топлив в двигателях и давление паров при различных температурах, и оценивается выходом 10 % объема фракций в зависимости от температуры при разгонке в стандартных условиях. Обычно нормируется температура начала кипения, отгона 10, 50, 90 и 97,5 % объема от загрузки и конца кипения. Фракционный состав выражает зависимость между температурой и количеством перегоняемого при этой температуре топлива.

Целью работы является экспериментальное исследование фракционного состава следующих топлив: печного бытового топлива, бензина марки А-92 и дизельного топлива; определение свойств топлив до перегонки и полученного дистиллята.

Экспериментальное исследование фракционного состава проводилось согласно ГОСТ 2177–99 на установке АРН-ЛАБ-03 (рис. 1). Топливо в перегонном кубе 2 подогревалось нагревательным элементом 1, после достижения температуры кипения, которая фиксировалась с помощью термометра 4, пар поднимался и по насадке каплеуловителя попадал в конденсатор, где охлаждался и уже в виде дистиллята стекал в приемную колбу 5. Температура подогревательного элемента регулировалась колесом 6.



Рис. 1. Схема установки АРН-ЛАБ-03:
1 – нагревательный элемент; 2 – перегонный куб; 3 – насадка Вюрца/каплеуловитель; 4 – термометр; 5 – приемная колба;
6 – регулятор температуры нагревателя

В качестве исследуемых видов топлива были выбраны: бензин АИ-92, дизельное топливо и печное бытовое топливо. Их основные характеристики приведены в таблице.

Основные характеристики исследуемых видов топлива

| Наименование показателей | Вид топлива | | |
|--------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| | Бензин АИ-92 | Дизельное топливо | Печное бытовое топливо |
| 1. Фракционный состав: | | | |
| 10 % | 75 | 160 | 160 |
| 50 % | 115 | 280 | – |
| 90 % | 180 | 340 | 360 |
| 2. Плотность | 725–780 | ≤863,4 | Не нормируется |

| Наименование показателей | Вид топлива | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| | Бензин АИ-92 | Дизельное топливо | Печное бытовое топливо |
| 3. Октановое число, не менее: | | | |
| по исследовательскому методу | 92 | – | – |
| по моторному методу | 83 | – | – |
| 4. Цетановое число, не менее | – | 45 | – |
| 5. Температура вспышки | –43 | 40 | 45 |
| 6. Температура воспламенения | – | 69–119 | – |

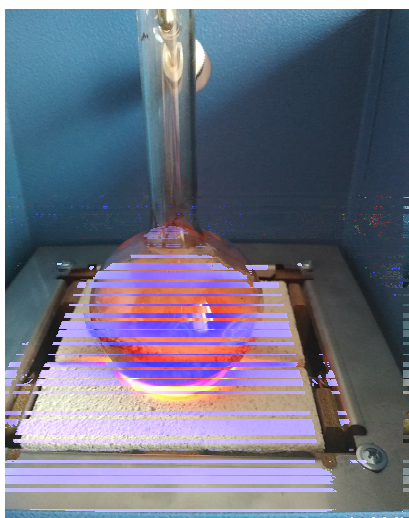


Рис. 2. Процесс кипения топлива

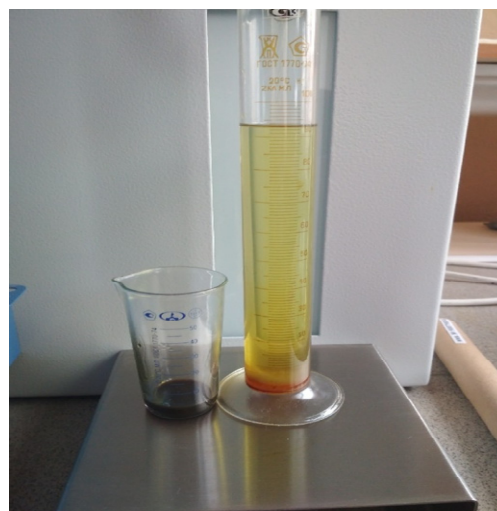


Рис. 3. Дистиллят и остаток

По полученным экспериментальным данным были построены кривые разгонки для исследуемых видов топлива, показывающие зависимость объема дистиллята (в процентах) от температуры кипения.

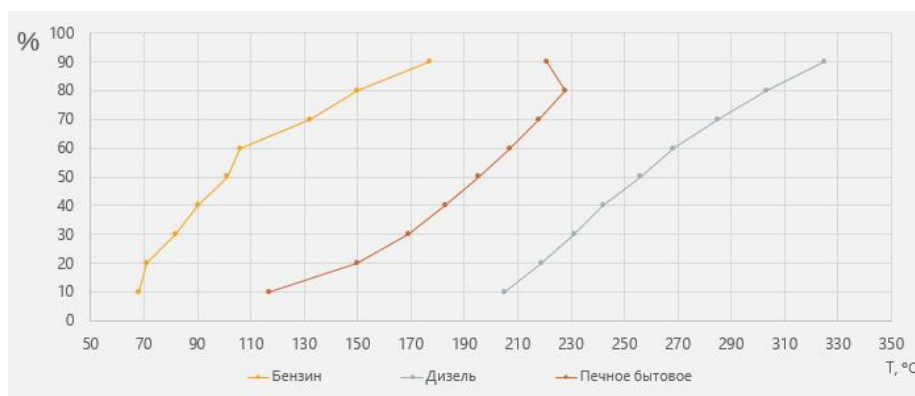


Рис. 4. Кривые разгонки

Из рис. 4 видно, что имеются значительные отличия в температурах кипения для данных видов топлива. Температуры начала кипения и выкипания 10 % объема характеризуют пусковые свойства топлива. С понижением этих температур облегчается запуск холодного двигателя при низких температурах окружающей среды. Однако чрезмерное уменьшение температуры начала кипения нежелательно в связи с возможным образованием паровых пробок в системе питания.

Температура 50 % объема выкипания оказывает влияние на быстроту прогрева холодного двигателя, расход топлива для этой цели и приемистость двигателя. Понижение этой температуры способствует быстрому перегреву двигателя при меньшем расходе топлива и значительному улучшению приемистости.

Температуры 90, 97,5 % объема и конец кипения характеризуют полноту испарения топлива. При повышении этих температур полнота испарения топлива уменьшается, нарушается распределение его по цилиндрам двигателя, увеличивается расход топлива, разжижается смазка и ускоряется износ двигателя.

Были определены основные свойства топлив до перегонки и полученного дистиллята (рис. 5).

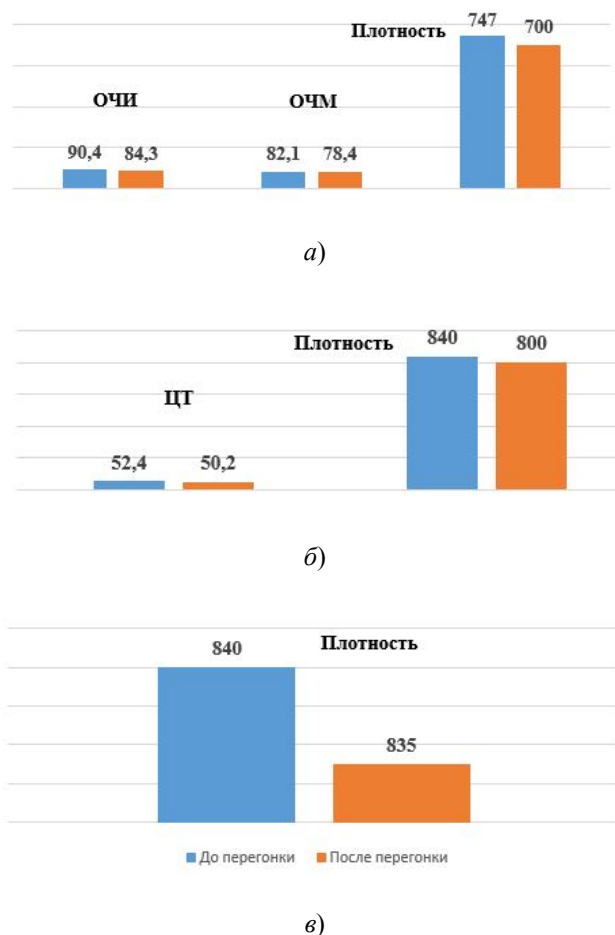


Рис. 5. Параметры топлива:
 а – бензин АИ-92; б – дизельное топливо; в – печное бытовое топливо

Диаграммы на рис. 5 показывают незначительное изменение основных свойств топлив в процессе их разгонки.

ПРИМЕНЕНИЕ РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ «НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ» В ИСПАРИТЕЛЯХ ХОЛОДИЛЬНЫХ И ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

О. А. Кныш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Макеева

В настоящее время выбор энергетически эффективных и экологически безопасных хладагентов является важным фактором при проектировании различных видов холодильных машин. В первую очередь это вызвано негативным влиянием некоторых хладагентов на окружающую среду, что отображено в Монреальском и Киотском протоколах. В них обосновывается необходимость применения рабочих веществ с нулевым влиянием на озоновый слой (ODP) и веществ с низким потенциалом глобального потепления (GWP). В 2015 г. Всемирной конференцией ООН по климату было подписано соглашение, целью которого является удержание глобального потепления на планете в пределах 1,5–2 °С, в связи с чем требуются решения по улучшению эффективности энергетических установок.

Целью работы является энергетическое и экологическое обоснование применения озонобезопасных хладагентов «нового поколения»; сравнение циклов холодильных и теплонасосных установок для предлагаемых озонобезопасных хладагентов R1234yf, R513a, R448a и заменяемых хладагентов R134a и R404a.

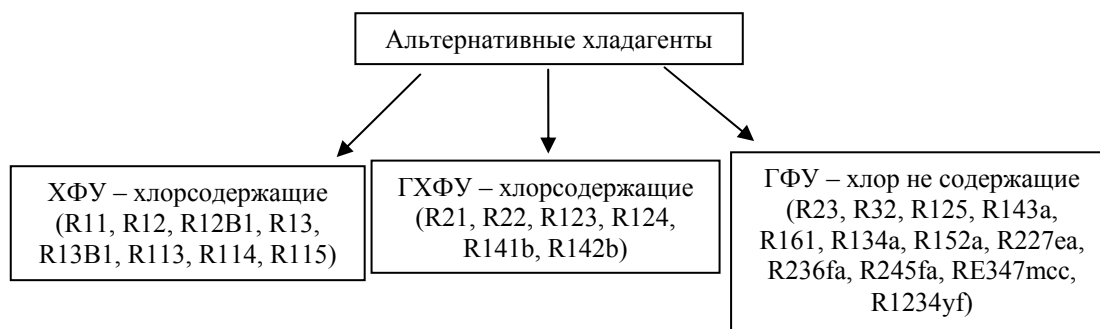


Рис. 1. Классификация альтернативных хладагентов

В качестве исследуемых рабочих веществ были выбраны хладагенты R513a, R448a, R1234yf, R134a, R404a. R513a – азеотропная смесь, предназначенная для замены R134a. Главными преимуществами хладагента является: значительное снижение общей заправки холодильных систем хладагентом одновременно с сохранением необходимого уровня безопасности, характерного для ГФУ; значительное сокращение потенциальных утечек из холодильной системы; уменьшение энергопотребления по сравнению с распространенной в настоящее время системой непосредственного кипения R134a.

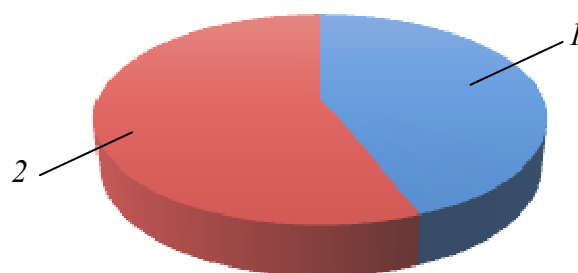


Рис. 2. Состав смешанного хладагента R513а:
1 – R134а (44 %); 2 – R1234yf (56 %)

R448а – азеотропная смесь, предназначенная для замены R404а. Растворим в синтетических маслах. При использовании хладагента в существующих системах следует принимать во внимание температурный глайд от 5 до 6 К, так как это оказывает влияние на производительность испарителя и конденсатора.

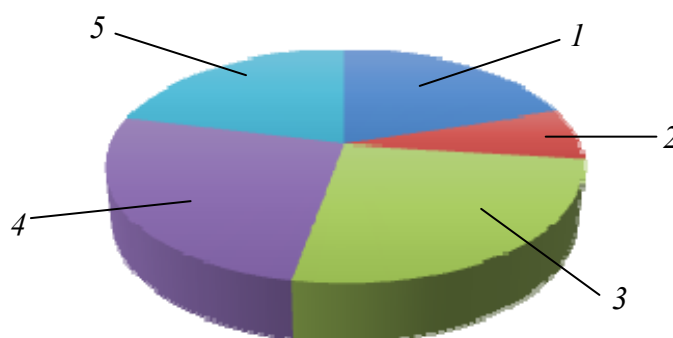


Рис. 3. Состав смешанного хладагента R448а:
1 – R1234yf (20 %); 2 – R1234ez (7 %); 3 – R32 (26 %);
4 – R125 (26 %); 5 – R134а (21 %)

R1234yf – прозрачный, бесцветный, сжиженный по давлением газ, нетоксичен. Классифицируется как слабовоспламеняемый, однако испытания показали, что этот газ не возгорается в обычных условиях. Распадается на безвредные компоненты и исчезает из атмосферы в течение 11 дней, в отличие от хладагента R134а, который остается в окружающей среде около 13 лет.

Таблица 1

Теплофизические и экологические показатели исследуемых хладагентов

| Показатели | R513а | R134а | R404а | R1234yf | R448а |
|--|--------|-------|-------|---------|--------|
| Молекулярная масса, г/моль | 108,4 | 102 | 97,6 | 114,04 | 86,3 |
| Температура кипения при 0,1013 МПа, °С | –28 | –26,1 | –46,3 | –29,49 | –46,12 |
| Критическая температура, °С | 96,5 | 101 | 72 | 94,7 | 82,68 |
| Критическое давление, МПа | 3,766 | 4,07 | 3,78 | 3,382 | 4,595 |
| Критическая плотность, кг/м ² | 490,89 | 512 | 484,5 | 476 | 477 |

Окончание табл. 1

| Показатели | R513a | R134a | R404a | R1234yf | R448a |
|---|--------|-------------|--------|---------|--------|
| Скрытая теплота парообразования при температуре кипения, кДж/кг | 192,2 | 215,9–217,1 | 175,28 | 195,4 | 241,48 |
| Удельная теплоемкость при 25 °С, кДж/(кг · К): жидкости/пара при давлении 0,1013 МПа | 1,406 | 1,46 | 1,502 | 1,383 | 1,555 |
| | 0,822 | 0,858 | 0,871 | 0,905 | 0,85 |
| Плотность насыщенного пара при температуре 25 °С, кг/м ³ | 35,4 | 5,28 | 5,3 | 5,98 | 4,703 |
| Плотность насыщенной жидкости при температуре 25 °С, кг/м ³ | 1140 | 1206 | 1010 | 1092 | 1097 |
| Коэффициент теплопроводности при 25 °С, 10 ⁻³ Па · с: жидкости/пара при давлении 0,1013 МПа | 0,0702 | 0,082 | 0,0746 | 0,064 | 0,081 |
| | 0,0136 | 0,0145 | 0,012 | 0,014 | 0,014 |
| Класс безопасности (стандарт ASHRAE* 34) | A1 | A1 | A1 | A2L | A1 |
| ODP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GWP AR4 | 600 | 1430 | 3922 | 4 | 1273 |
| COP, % | 108 | 108 | 100 | 107 | 108 |

Исходные данные

Для построения циклов процессов, характеризующих работу холодильных установок, были приняты следующие температуры: температура кипения –15 °С, температура конденсации 30 °С.

Для построения циклов процессов, характеризующих работу теплонасосных установок: температура кипения 5 °С, температура конденсации 40 °С.

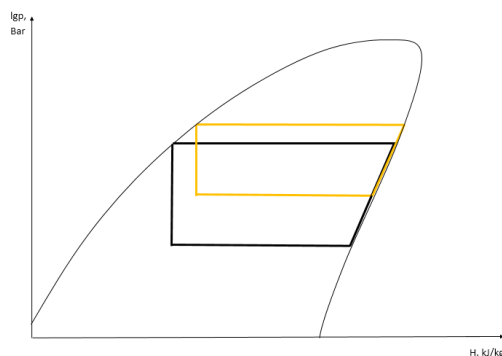


Рис. 4. Цикл холодильной и теплонасосной установки на примере хладагента R1234yf

Было осуществлено сравнение циклов холодильных и теплонасосных установок для предлагаемых озонобезопасных хладагентов R1234yf, R513a, R448a и заменяемых хладагентов R134a, R404a.

Таблица 2

Результаты сравнения циклов холодильных и теплонасосных установок

| Хладагент | Показатель | | | | | | |
|-----------|--|-----|--------------------------------------|-----|--|-------|-------------------------|
| | Удельная массовая холодопроизводительность, q_0 кДж/кг | | Удельная работа сжатия, l_k кДж/кг | | Холодильный коэффициент, $\varepsilon = \frac{q_0}{l_k}$ | | COP = $\varepsilon + 1$ |
| | ХМ | ТНУ | ХМ | ТНУ | ХМ | ТНУ | |
| R134a | 145 | 142 | 25 | 19 | 5,8 | 7,47 | 8,47 |
| R404a | 115 | 107 | 22 | 21 | 5,3 | 5,1 | 6,1 |
| R1234yf | 114 | 112 | 28 | 21 | 4,1 | 5,33 | 6,33 |
| R513a | 129 | 126 | 26 | 20 | 4,96 | 5,6 | 6,6 |
| R448a | 153 | 148 | 22 | 14 | 6,96 | 10,57 | 11,57 |

Как следует из табл. 2, предлагаемые озонобезопасные хладагенты практически не уступают заменяемым хладагентам по основным показателям эффективности работы холодильной машины: удельной массовой холодопроизводительности и холодильного коэффициента. При использовании предлагаемых хладагентов массовый расход уменьшится в 1,8 раза, потребляемая мощность теплонасосных и холодильных систем уменьшится в 1,4 раза, однако стоимость данных хладагентов в 10 раз больше уже используемых хладагентов.

**ТРИГЕНЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ В ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ
ФРЕОНОВЫХ УСТАНОВКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВТОРИЧНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

О. А. Кныш, В. А. Костюченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

В настоящее время все больше внимания уделяется поиску как можно более эффективных и безопасных рабочих тел для энергетических установок, а также проблеме использования низкопотенциального тепла [4].

В качестве рабочих тел турбодетандерного цикла используются озонобезопасные фреоны R407C, R410B, R404A. Выбор НКРТ обусловлен недостаточностью внимания к рассмотрению установок, работающих на основе невзрывобезопасных и озонобезопасных фреонов [1].

Целью работы является выявление наиболее эффективного рабочего тела турбодетандерной установки.

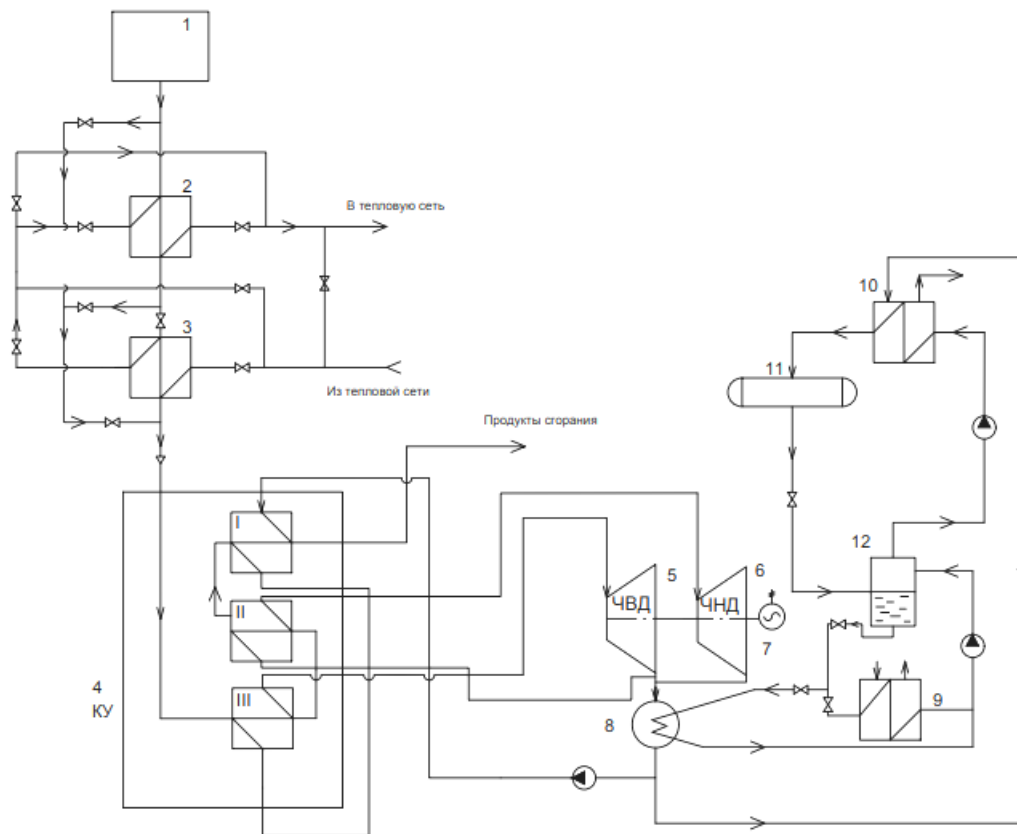


Рис. 1. Схема тригенерационной турбодетандерной установки на вторичных энергоресурсах с котлом-утилизатором: 1 – источник продуктов сгорания; 2, 3 – теплообменник; 4 – котел-утилизатор; 5, 6 – ЧВД и ЧНД турбины; 7 – электрогенератор; 8 – конденсатор-испаритель; 9 – испаритель; 10 – конденсатор; 11 – ресивер; 12 – сепаратор

Принцип работы установки: установка подключается через теплофикационный узел, состоящий из двух теплообменников 2 и 3, к источнику продуктов сгорания. В теплообменниках теплофикационного узла происходит их охлаждение до требуемой температуры, после чего продукты сгорания поступают последовательно в котел-утилизатор 4 на ступень III, где подогревают фреон, направляющийся на ЧВД турбины 5. После ЧВД турбины дымовые газы направляются на II ступень КУ, где подогревают фреон, направляющийся на ЧНД турбины 6. Электрогенератор 7 преобразует механическую энергию вращения вала турбин в электрическую. Следующим шагом жидкий фреон из сепаратора 12 подается в конденсатор-испаритель 8 турбодетандерной установки, кипит, поглощая теплоту конденсации газообразного фреона после его расширения в ЧВД и ЧНД. Далее одна часть фреона перекачивается в КУ, а другая идет на I ступень холодильной установки и, проходя через конденсатор и линейный ресивер, с помощью регулирующего вентиля поступает в сепаратор 12.

Для проведения термодинамического расчета понадобятся значения реперных точек цикла [3]. Для получения этих значений построим цикл установки на рН-диаграмме.

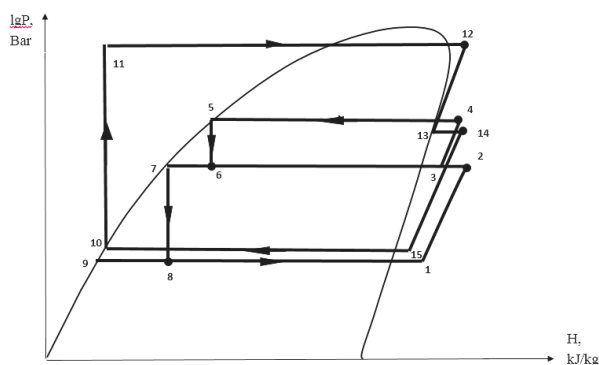


Рис. 2. Цикл турбодетандерной установки с докритическими параметрами

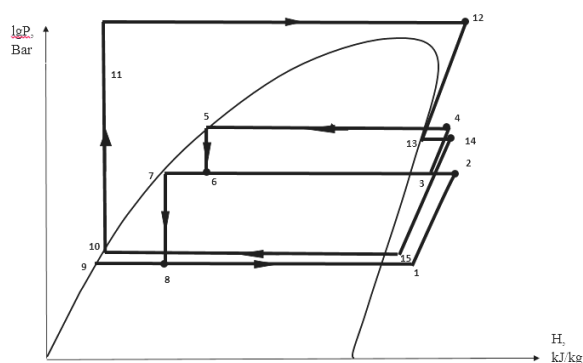


Рис. 3. Цикл турбодетандерной установки с закритическими параметрами

Для проведения термодинамического расчета примем холодопроизводительность $Q = 2$ МВт.

Построив цикл турбодетандерной установки с докритическими и закритическими параметрами в $p-h$ -диаграмме для сравниваемых R407C, R410B, R404A, получаем следующие данные термодинамического расчета (таблица).

Термодинамические данные сравниваемых хладагентов

| Наименование параметра | Докритические параметры | | | Закритические параметры | | |
|---|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | R404a | R410b | R407c | R404a | R410b | R407c |
| Удельная работа сжатия фреона в трехступенчатом компрессоре, кДж/кг | 39 | 50 | 48 | 39 | 50 | 48 |
| Удельная работа расширения фреона в турбодетандере, кДж/кг | 54 | 63 | 73 | 60 | 71 | 90 |
| Теоретическая мощность сжатия фреона в компрессоре, кДж/с | 461,54 | 454,54 | 452,83 | 461,54 | 454,54 | 452,83 |
| Индикаторная мощность, потребляемая компрессором, кДж/с | 542,99 | 534,76 | 532,74 | 542,99 | 534,76 | 532,74 |

| Наименование параметра | Докритические параметры | | | Закритические параметры | | |
|---|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | R404a | R410b | R407c | R404a | R410b | R407c |
| Эффективная мощность (на валу) компрессора, кДж/с | 678,74 | 668,45 | 665,93 | 678,74 | 668,45 | 665,93 |
| Электрическая мощность, потребляемая компрессором из сети, кДж/с | 1005,5 | 990,3 | 986,56 | 1005,5 | 990,3 | 986,56 |
| Электрическая мощность, полученная в генераторе турбодетандера, кДж/с | 1548,3 | 1379,4 | 1590 | 1719,9 | 1554,6 | 1951,1 |

Исходя из термодинамического расчета, можно сделать вывод, что наиболее эффективным в турбодетандерной установке будет хладагент R407c, так как при использовании хладагента уменьшается массовый расход и уменьшается энергопотребление установки.

Литература

1. Экономическая эффективность утилизации низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов посредством установки турбины на низкокипящем рабочем теле / А. Л. Шубенко [и др.] // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 6. – С. 12–22.
2. Гринман, М. И. Перспективы применения энергетических установок малой мощности с низкокипящими рабочими телами / М. И. Гринман, В. А. Фомин // Энергомашиностроение. – 2006. – № 1. – С. 63–69.
3. Бродянский, В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В. М. Бродянский. – М.: Энергия, 1973. – 182 с.
4. Клименко, А. В. Схемы тригенерационных установок для централизованного энергоснабжения / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, И. П. Ильина // Теплоэнергетика. – 2016. – № 6. – С. 36–43.

ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА С КОТЛОМ-УТИЛИЗАТОРОМ И ТУРБОДЕТАНДЕРОМ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

П. А. Ковальчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Рациональное использование природных ресурсов – одна из наиболее актуальных задач энергетики. Повышение термодинамической и технико-экономической эффективности генерации энергии различных видов необходимо рассматривать как один из возможных путей решения этой задачи.

В настоящее время все больше и больше внимания уделяется поиску как можно более эффективных и безопасных рабочих тел для энергетических установок прямого и обратного циклов. Одними из таких рабочих тел являются природные хладагенты и, в частности, диоксид углерода. Точка зрения о вреде фреонов и пользе натуральных хладагентов ныне является доминирующей. Основными преимуществами применения CO₂ в холодильной технике в сравнении с ГФУ-хладагентами является их эффективность, безопасность, экологичность и низкая стоимость [2].

На основании энергетических, технических и экологических показателей использования CO_2 в энергетических установках для получения электрической, тепловой энергии и холода предлагается использование диоксида углерода для получения этих видов энергии в детандерном цикле. Отличительной особенностью такой установки является то, что используется только один хладагент – CO_2 .

Схема тригенерационной установки на диоксиде углерода с производством жидкой и газообразной углекислоты представлена на рис. 1.

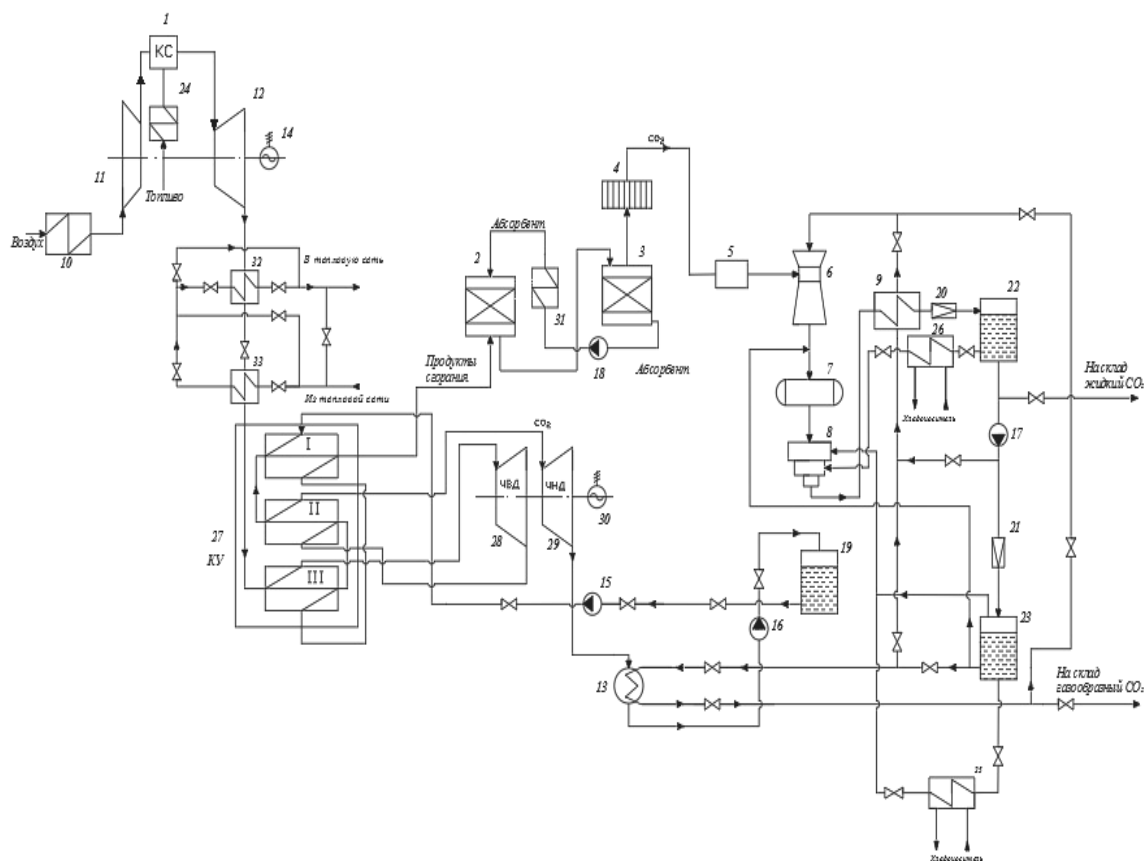


Рис. 1. Схема тригенерационной парогазовой турбодетандерной установки с котлом-утилизатором: 1 – камера сгорания; 2 – абсорбер; 3 – десорбер; 4 – брызгоотделитель; 5 – осушитель; 6 – инжектор; 7 – ресивер; 8 – компрессор; 9 – конденсатор; 10 – воздухоподогреватель; 11 – турбокомпрессор; 12 – газовая турбина; 13 – конденсатор-испаритель; 14, 30 – электрогенератор; 15, 16, 17, 18 – насос; 19 – сборник; 20, 21 – регулирующий вентиль; 22 – сепаратор 1; 23 – сепаратор 2; 24, 31, 32, 33 – теплообменник; 25, 26 – испаритель; 27 – котел-утилизатор; 28, 29 – ЧВД и ЧНД турбины, соответственно

Принцип работы установки следующий: в теплообменник 24 подается топливо, где оно впоследствии нагревается и подается в камеру сгорания (КС) 1, туда же через теплообменник 10 и турбокомпрессор 11 подается воздух. В КС 1 топливовоздушная смесь сгорает и образует дымовые газы. Дымовые газы поступают в газовую турбину 12. Электрогенератор 14 преобразует механическую энергию вращения турбины в электроэнергию. Оработанные дымовые газы из ГТУ поступают в сетевые подогреватели 32, 33, затем в котел-утилизатор 27 на ступень III, где они подог-

ревают газообразный CO_2 , направляющийся на ЧВД турбины 28. После ступени III дымовые газы направляются в ступень II, где подогревают газообразный CO_2 , направляющийся на ЧНД турбины 29. Электрогенератор 30 преобразует механическую энергию вращения вала турбины в электроэнергию.

После котла-утилизатора продукты сгорания поступают последовательно в абсорбер 2 с поглощением газообразной углекислоты из продуктов сгорания и десорбер 3, где осуществляется выделение из абсорбента CO_2 . После десорбера углекислый газ поступает через брызгоотделитель 4 и осушитель 5 в инжектор 6, где инжектируется в линейный ресивер 7, при этом его давление повышается до давления всасывания в компрессоре первой ступени 8. После трехступенчатого компрессора 8 газообразный CO_2 направляется в конденсатор 9, ожижается и поступает на первое дросселирование в дроссельное устройство 20, после которого температура и давление CO_2 снижаются, и далее в сепаратор 22. Отделившаяся в сепараторе жидкая фаза CO_2 поступает на второе дросселирование в дроссельное устройство 21, где опять происходит снижение температуры и давления. Жидкий диоксид углерода из сепаратора 23 подается в конденсатор-испаритель 13 турбогенераторной установки, кипит, поглощая теплоту конденсации газообразного CO_2 после его расширения в ЧВД 28 и ЧНД 29. Образовавшийся в результате кипения CO_2 газ направляется в инжектор 6, инжектирует газообразный CO_2 после десорбера 3 и накапливается в линейном ресивере 7. Часть жидкой углекислоты после сепаратора 22 подается на конденсатор 9 для конденсации сжатой газообразной CO_2 после компрессора 8.

Из ресивера-накопителя 19 жидкий CO_2 подается насосом 15 последовательно в испаритель I котла-утилизатора 27, где испаряется, после чего поступает на ступень III котла утилизатора 27, где парообразный CO_2 перегревается и отправляется на ЧВД турбины 28. После ЧВД CO_2 поступает на ступень II котла утилизатора 27, где осуществляется второй перегрев, после чего CO_2 поступает на ЧНД турбины 29. Затем CO_2 конденсируется в конденсаторе 13 и насосом 16 опять подается в ресивер-накопитель 19. Турбодетандерный контур (ЧВД 28 и ЧНД 29 – котел-утилизатор 27 – конденсатор-испаритель 13 – насос 16 – ресивер-накопитель 19) может работать как на цикле с докритическими параметрами, так и на цикле с закритическими (транс-критическими) параметрами.

На рис. 2 показаны циклы описанной установки.

Циклы состоят из следующих процессов: 12–13 – повышение давления жидкого CO_2 в насосе 16; 13–131 – нагрев жидкого CO_2 до температуры кипения в испарителе I; 131–132 – изобарно-изотермический процесс кипения CO_2 в испарителе I; 13–14 – перегрев газообразного CO_2 в пароперегревателе III котла-утилизатора 27; 14–15 – адиабатное расширение газообразного CO_2 в ЧВД 28; 15–16 – второй перегрев газообразного CO_2 в ступени II котла-утилизатора 27; 16–17 – адиабатное расширение газообразного CO_2 в ЧНД 29; 17–12 – изобарно-изотермический процесс конденсации диоксида углерода в конденсаторе-испарителе 13. Для холодильного цикла: процесс 1–2 – адиабатное сжатие газообразного CO_2 в компрессоре первой ступени; 2–3 – охлаждение CO_2 перед компрессором второй ступени; 3–4 – адиабатное сжатие CO_2 в компрессоре второй ступени; 4–5 – промежуточное охлаждение CO_2 перед компрессором третьей ступени; 5–6 – адиабатное сжатие CO_2 в компрессоре третьей ступени; 6–7 – охлаждение и конденсация газообразного CO_2 в конденсаторе 9; 7–8 – первое адиабатное дросселирование жидкого диоксида углерода в дросселе 20 в сепаратор 22; 9–10 – второе адиабатное дросселирование CO_2 в дросселе 21 в сепаратор 23; 11–1 – кипение жидкого CO_2 в конденсаторе-испарителе 13.

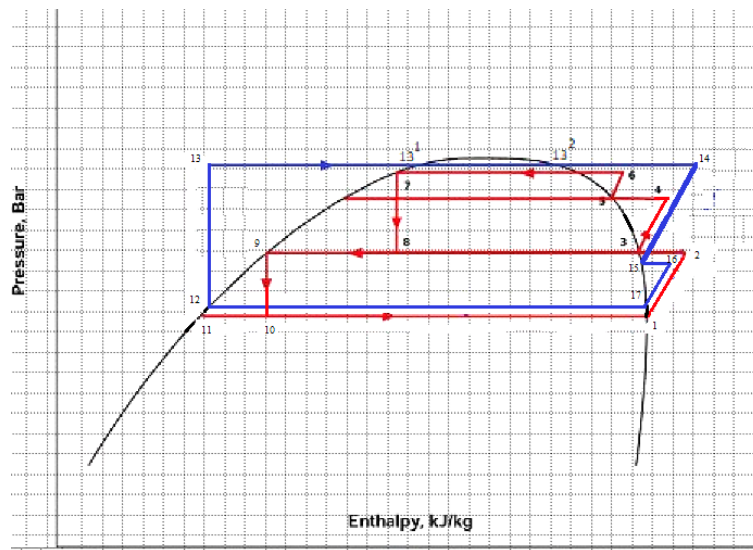


Рис. 2. Цикл турбодетандерной тригенерационной установки на диоксиде углерода с двукратным перегревом

Предложенная технологическая схема турбодетандерной тригенерационной установки с циклом на основе диоксида углерода и производством жидкой и газообразной углекислоты является одним из решений перспективного направления комбинированного производства энергии и экономии энергоресурсов. Отличительной особенностью установки является то, что используется только один хладагент – CO_2 , а также происходит производство углекислоты в жидком и газообразном состоянии, которую можно использовать для других целей.

Применение тригенерационных установок позволит обеспечить централизованное хладоснабжение наряду с теплом и электроэнергией конкретное предприятие, торговый центр, стадион и т. д., что является одним из перспективных решений в области энергетики и грамотном природопользовании.

Использование CO_2 в турбодетандерных установках актуально и, изучив возможность работы теплоутилизационных установок на CO_2 , можно сделать вывод, что представленная тригенерационная установка на базе турбодетандера обладает хорошим потенциалом в области снижения расхода предприятий на топливо и электроэнергию, а также снижения теплового загрязнения атмосферы.

Л и т е р а т у р а

1. Клименко, А. В. Возможность применения холода и дополнительной электроэнергии на тепловой электростанции / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, П. Н. Борисова // Теплоэнергетика. – 2017. – № 6. – С. 30–37.
2. Преимущества CO_2 в холодильной технике / по материалам JARN // Холодил. техника. – 2016. – № 3. – С. 25.
3. Агабабов, В. С. О применении детандер-генераторных агрегатов в газовой промышленности / В. С. Агабабов // Энергосбережение и энергосберегающие технологии в энергетике газовой промышленности : сб. материалов НТС ОАО «Газпром». – М. : 2001. – Т. 2. – С. 50–53.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАСШТАБОВ РАССОЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО УЧАСТКОВ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. В. Козырева, Н. А. Овсянников, С. Л. Порошина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Д. Порошин

Разработка нефтяных месторождений Припятского прогиба с использованием пресных и маломинерализованных вод для вытеснения нефти сопровождается широкомасштабным процессом растворения катагенетического галита и выносом продуктов его растворения на поверхность с попутно добываемой жидкостью. В результате этого процесса фильтрационные и емкостные свойства пород существенно изменяются. Изменение пористости и проницаемости продуктивных пород в связи с растворением катагенетического галита закачиваемой в пласт водой исследуется в работах [1]–[4] и др. Установлено, что данный процесс приводит к переформированию структуры и элементов фильтрационного потока: изменяются направления и скорости фильтрации жидкости, происходит перераспределение пластовых давлений [3], что необходимо учитывать при освоении поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а также при контроле, моделировании и регулировании разработки месторождений нефти и газа. Прогноз зон локализации остаточных запасов нефти и основных показателей разработки (дебитов скважин по нефти и воде, сроков и темпов обводнения продукции за весь период разработки и т. д.) заметно различаются на моделях, построенных с учетом и без учета рассоления коллекторов. Без учета изменения проницаемости засоленных пород-коллекторов в процессе разработки залежей нефти невозможно построить достоверные геолого-гидродинамические модели залежей [3].

Специалисты российских нефтегазовых компаний пытаются решить этот вопрос путем учета результатов лабораторных исследований процесса рассоления кернов, оценки скорости растворения галита в поровом пространстве, использования теоретических представлений о ходе этого процесса [4]. Однако опыт разработки белорусских нефтяных месторождений свидетельствует, что происходящие в продуктивных пластах процессы рассоления пород-коллекторов заметно отличаются от прогнозируемых с помощью теоретических расчетов и схем, заложенных в программных продуктах. Существенную помощь в решении рассматриваемых проблем могут оказать результаты гидрохимического мониторинга [1].

Ранее такие исследования постоянно выполняли в лаборатории нефтепромысловой гидрогеологии БелНИПинефть. Для количественной оценки влияния протекающих процессов на фильтрационно-емкостные свойства пород были разработаны методики и компьютерные программы, основанные на интерпретации данных о составе и плотностях закачиваемых и попутных вод [1], [2]. Начиная с 2000 г., данные работы по различным причинам не проводятся. Сказанное относится и к подсолевой залежи Осташковичского месторождения нефти. Авторы данной статьи в какой-то степени попытались устранить этот недостаток.

Семилукская залежь Осташковичского месторождения занимает приподнятую часть моноклинали северо-западного простирания, ограниченную с юго-запада, востока и запада сложно построенной системой сбросов. Тип залежи – пластовая, тектонически экранированная. Коллекторами нефти являются кавернозные и трещиноватые доломиты, реже известняки.

Залежь введена в разработку в апреле 1967 г. скважиной 3. В настоящее время она находится на четвертой стадии разработки. В действующем фонде числится восемь добывающих и две нагнетательные скважины: в 2005 и 2006 гг. введены в эксплуатацию законтурные нагнетательные скважины 273 и 272. В 2017 г. добывающие скважины эксплуатировались со средними дебитами нефти 1,5–7,5 т/сут., дебитами жидкости 40–120 т/сут. и обводненностью продукции 93–97,5 %. Годовая закачка по залежи составляет 209 тыс. м³, годовая компенсация – 100 %, накопленная – 85 %.

С целью изучения складывающихся в залежи гидрохимических условий нами были отобраны пробы добываемых с нефтью попутных вод, химический анализ которых выполнен в лаборатории БелНИПИнефть. Совместно с сотрудниками лаборатории нефтепромысловой гидрогеологии (А. Э. Сенкевич, А. А. Ефремова) были построены графики изменения плотности закачиваемых (скважины 272 и 273) и попутных (скважины 206 и 208) вод в процессе их эксплуатации, рассчитаны по программе KANAL объемы вынесенного с попутными водами галита и ряд других гидрохимических показателей. Результаты проведенных исследований показывают, что складывающаяся гидрохимическая обстановка в рассматриваемых участках залежи определяется преимущественно объемами и химическим составом вод, используемых в системе ППД. Так, с вводом скважины 273 долевое участие закачиваемых вод в попутно добываемых рассолах скважины 206 возрастает с 0,55 до 0,80. При этом благодаря невысокой минерализации закачиваемых вод резко растет значение растворимости хлористого натрия (от 92 до 161 г/л). В следующий период (до 2011 г.) эти показатели практически стабилизируются, что определяется стабилизацией плотности закачиваемых вод на уровне около 1,1 г/см³. В эти годы отмечается закономерный рост плотностей попутных вод и объемов выносимого галита (таблица). Последнее связано преимущественно с увеличением объемов добычи попутных вод. С 2011 г. обстановка в восточном участке залежи заметно изменяется: в продуктивные пласты закачиваются воды более высокой плотности (1,14–1,18 г/л), при этом периоды закачки вод с высокой плотностью сменяются периодами закачки вод с пониженными значениями этого показателя. На такие колебания попутных вод скважины 206 реагирует соответствующими уменьшениями или увеличениями плотности через определенные интервалы времени (8–12 месяцев). Учитывая расстояние между нагнетательной и добывающей скважиной, скорость передвижения флюидов в данном участке залежи оценивается в 10–12 м/сут. Следует отметить, что установленные ранее по гидрохимическим данным скорости движения закачиваемых вод на ранних стадиях обводнения добываемой продукции добывающих скважин на нефтяных месторождениях Беларуси оценивались в десятые доли – первые метры в сутки [1]. Очевидно, что на кратное увеличение скоростей фильтрации флюидов оказал процесс рассоления коллекторов, образующих сеть фильтрационных каналов скважины 206.

Увеличение плотности закачиваемых вод, чередование периодов закачки вод пониженной и повышенной плотности, начиная с 2011 г., приводит не только к периодическому изменению плотностей попутных вод, но и к заметным колебаниям объемов выносимого галита. При этом в период прихода к скважине 206 вод повышенной плотности величина этого показателя заметно снижается (вплоть до нуля), а при распреснении попутных вод опять возрастает. Такой характер рассоления продуктивных коллекторов свидетельствует в пользу того, что эту особенность можно использовать для регулирования (подавления или усиления) происходящих в продуктивных пластах процессов увеличения пористости и проницаемости. Значит, в тех случаях, когда нам нужно рассолить низкопроницаемые засоленные коллекторы, мы должны использовать для ППД пресные или маломинерализованные воды.

В случае отрицательного влияния процесса рассоления на разработку месторождения (резкий рост обводнения, снижение охвата пластов вытеснением) целесообразно подавлять этот процесс путем закачки высококонцентрированных рассолов с плотностью 1,17–1,18 г/л и более. Отметим схожие с вышеописанными процессы проявляющиеся и в пределах западной части залежи (район нагнетательной скважины 272 и добывающей скважины 208), однако здесь устанавливаются некоторые свои особенности их протекания. Оценка объемов дополнительно сформировавшихся фильтрационных каналов за счет рассоления продуктивных коллекторов в районах действия скважин 206 и 208 отражена в таблице. Суммарное значение этой величины составило 9,5 и 13,1 тыс. м³, соответственно.

**Объем выносимого галита по скважинам 206 и 208
Осташковичского месторождения**

| Скважина 206 | | Скважина 208 | |
|-------------------|---|-------------------|---|
| Дата отбора пробы | Объем выносимого галита, м ³ | Дата отбора пробы | Объем выносимого галита, м ³ |
| Апрель 1984 | 0 | Январь 1990 | 0 |
| Январь 1990 | 0 | Январь 1991 | 0 |
| Декабрь 1992 | 0 | Июнь 1993 | 10 |
| Август 1994 | 34 | Май 2001 | 9 |
| Апрель 2006 | 920 | Февраль 2007 | 6683 |
| Май 2009 | 1259 | Ноябрь 2008 | 1082 |
| Январь 2011 | 2543 | Сентябрь 2009 | 313 |
| Октябрь 2012 | 2104 | Сентябрь 2011 | 2956 |
| Март 2017 | 0 | Май 2012 | 2029 |
| Октябрь 2018 | 2643 | Февраль 2019 | 0 |
| Февраль 2019 | 0 | | |
| <i>Итого</i> | 9503 | – | 13073 |

Таким образом, проведенные исследования по оценке масштабов рассоления пород коллекторов в западной и восточной части подсолевой залежи Осташковичского месторождения свидетельствуют о достаточно высокой скорости протекания этих процессов в настоящее время и зависимости его интенсивности от состава и общей минерализации используемых для ППД подтоварных вод. Полученные результаты рекомендуется использовать при корректировке существующей гидродинамической модели залежи, а также для решения различных вопросов по регулированию ее разработки.

Литература

1. Порошин, В. Д. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений / В. Д. Порошин, В. В. Муляк. – М. : Недра, 2004. – 220 с.
2. Порошин, В. Д. Изменение емкостных и фильтрационных свойств коллекторов в процессе разработки нефтяных месторождений Беларуси / В. Д. Порошин // Геология нефти и газа. – 1996. – № 9. – С. 43–48.

3. Жогло, В. Г. Геолого-гидродинамические условия разработки залежей нефти в засоленных карбонатных коллекторах (на примере Золотухинского и Осташковичского месторождений Припятского прогиба) / В. Г. Жогло, С. И. Гримус. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 170 с.
4. Гринченко, В. А. Повышение эффективности выработки запасов нефти в засоленных коллекторах : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень : ТюмГНУ, 2013. – 24 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МОДУЛЕЙ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

М. В. Куликова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Бахмутская

Республика Беларусь не располагает в достаточном количестве топливно-энергетическими ресурсами, потому проблема энергосбережения и использования энергоэффективного оборудования является первостепенной и актуальной [1].

Деревообработка – энергоемкая отрасль. Производство качественного пиломатериала требует глубокой переработки древесины и, что особенно важно, качественной сушки пиломатериалов. За всем за этим стоят энергоносители, рациональное использование которых становится все более актуальным в рыночных условиях. Дешевле всего обходится производство тепла с использованием такого биотоплива, как щепы (топливная составляющая 10–15 \$/Гкал), опилки, стружка, кусковая древесина [2].

В данной работе предлагается для выработки электроэнергии использование энергоэффективной установки по циклу Ренкина с органическим рабочим телом, позволяющей утилизировать излишки щепы и отходы деревообработки на заводе древесноволокнистых плит ОАО «Гомельдрев».

ORC-установка – это модульная конструкция, содержащая все необходимые для функционирования установки агрегаты (турбина, генератор, теплообменник, насос рабочего тела, трубопроводы, измерительные приборы, шкаф управления и автоматики и т. д.), смонтированные на общей раме. Модули более 800 кВт размещаются на нескольких рамах.

Цикл Ренкина – это термодинамический цикл преобразования тепла в работу с помощью двухфазного рабочего тела, включающий испарение и конденсацию [3].

Цикл Ренкина осуществляется по следующей схеме:

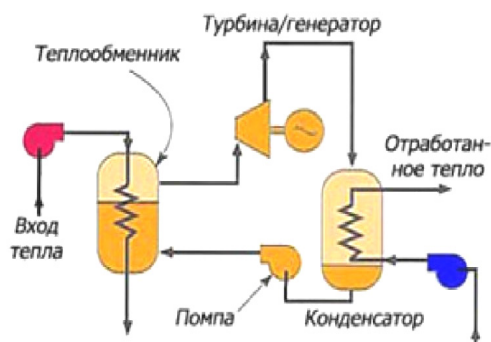


Рис. 1. Схема осуществления цикла Ренкина

Принцип работы цикла: источник тепла нагревает контур с термомаслом, которое, в свою очередь, отдает тепло рабочей жидкости. Органическая жидкость при прохождении по контуру ORC испаряется, заставляя турбину вращаться. Турбина, в свою очередь, соединена с электрогенератором. Тем временем отработанный пар органической жидкости охлаждается сетевой водой, конденсируется и попадает обратно в начало цепи, замыкая цикл.

Преимущества технологии ORC:

- высокий КПД турбины (до 85 %);
- низкая механическая нагрузка на турбину (вследствие малых оборотов);
- отсутствие редуктора между турбиной и генератором (вследствие низкой скорости турбины);
- отсутствие капельной эрозии лопаток турбины (вследствие отсутствия влаги в рабочем паре);
- длительный срок эксплуатации без обслуживания (до 50 тыс. ч).

Процесс-ORC подобен термодинамическому циклу обычной паровой турбины, с той лишь разницей, что в качестве рабочего тела для привода турбины используются органические вещества с высокой молекулярной массой (например, изобутан или силиконовое масло). Различные рабочие тела позволяют эффективно использовать низкотемпературные источники тепла в широком диапазоне мощностей (от нескольких киловатт до 5 МВт электрической мощности в одном модуле) и температур (от 90 до 300 градусов по Цельсию). Правильный выбор рабочего тела очень важен для оптимального функционирования ORC-установки.

Применение ORC-установки позволяет получить более низкие рабочие температуры и относительно высокие рабочие давления в цикле и, соответственно, меньшую частоту вращения турбины. При этом получают приемлемые с технологической точки зрения размеры рабочих колес, относительно высокие значения термического КПД цикла и изоэнтропийного КПД турбины.

Источники энергии (теплоизбытков) для ORC-установок:

1. Выхлоп дымовых газов турбин, дизельных электростанций, котельных станций.
2. Дымовые и технологические газы производственных (сушка, нагрев) процессов.
3. Горячая вода систем охлаждения энергетических установок.
4. Горячая вода геотермальных источников.
5. Биомасса (древесина, торф).
6. Прямое сжигание или пиролиз.
7. Тепло из местных источников топлива (уголь, шахтный метан).

Одним из основных достоинств энергетических установок на основе ORC-модулей является возможность использования низкопотенциальных выбросов промышленных установок (котельные, турбины, дизельные электростанции, печи и т. д.) для производства электроэнергии путем рекуперации тепла. Применение подобной системы на основе ORC-модулей позволяет производить электроэнергию в размере до 20 % от количества теплоты, содержащейся в выхлопных газах.

В зависимости от вида топлива (опил, кора, стружка, подсушенный навоз, лузга, солома, торф и т. д.) подбирается котел, работающий на биотопливе, который в свою очередь стыкуется с ORC-установкой, вырабатывающей электричество и низкопотенциальное тепло ($T = 80$ °C), применяемое для технологических процессов.

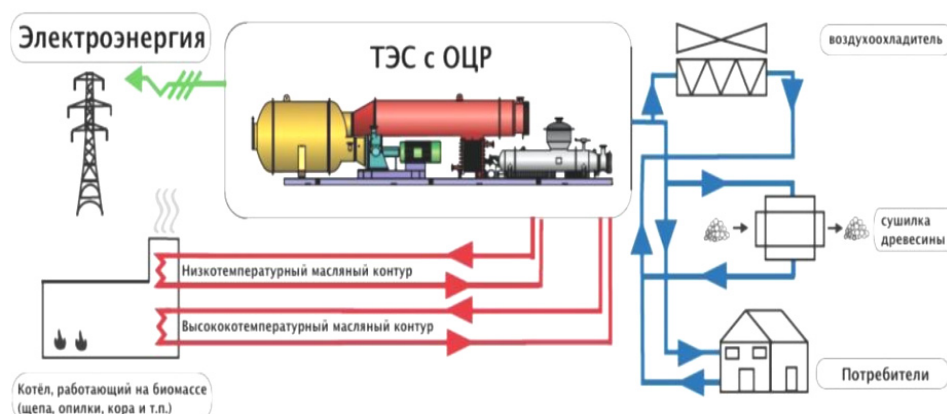


Рис. 2. Схема осуществления технологического процесса работы ТЭС с ОРС-установкой

На заводе МДФ ОАО «Гомельдрев» существует избыточная мощность, которую способна развить теплогенерирующая установка, в размере 14,9 МВт тепловой мощности при установке ОРС-источника установленной мощностью не менее 3,0 МВт.

Технико-экономические показатели внедрения ОРС-установки представлены в таблице.

Технико-экономические показатели внедрения ОРС-установки

| Наименование показателей | Единица измерения | Расчет |
|---|-------------------|--------------|
| 1. Количество электроэнергии, вырабатываемой энергоустановкой в год | МВт · ч/год | 29 · 304,000 |
| 2. Годовой расход электроэнергии заводом до реализации инвестиционного проекта | МВт · ч/год | 42 · 672,000 |
| 3. Годовой расход электроэнергии заводом после реализации инвестиционного проекта | МВт · ч/год | 42 · 700,950 |
| 4. Затраты на приобретение электроэнергии до реализации инвестиционного проекта (без НДС) | тыс. р. | 6 · 789,115 |
| 5. Затраты на приобретение электроэнергии после реализации инвестиционного проекта (без НДС) | тыс. р. | 4 · 177,316 |
| 6. Экономия денежных средств после реализации инвестиционного проекта | тыс. р. | 2 · 611,799 |
| 7. Общая сметная стоимость строительства в текущих ценах на дату завершения строительства, в том числе: | тыс. р. | 21 · 487,923 |
| 7.1. Строительно-монтажные работы | тыс. р. | 364,789 |
| 7.2. Оборудование | тыс. р. | 16 · 973,849 |
| 7.3. Прочие | тыс. р. | 4 · 149,285 |
| 8. Расчетная стоимость строительства на 01.06.2019 г. (без учета прогнозных индексов цен в строительстве), в том числе: | тыс. р. | 20 · 842,199 |
| 8.1. Строительно-монтажные работы | тыс. р. | 364,789 |
| 8.2. Оборудование | тыс. р. | 16 · 973,849 |

Окончание

| Наименование показателей | Единица измерения | Расчет |
|---|-------------------|--------------|
| 8.3. Прочие | тыс. р. | 3 · 503,561 |
| 9. Стоимость вновь вводимых основных производственных фондов в ценах на 01.06.2019 г., в том числе: | тыс. р. | 17 · 369,783 |
| 9.1. Здания и сооружения | тыс. р. | 364,699 |
| 9.2. Оборудование | тыс. р. | 17 · 005,084 |
| 10. Площадь застройки | м ² | 645,200 |
| 11. Строительный объем | м ³ | 4 · 452,800 |
| 12. Себестоимость выработки электроэнергии | тыс. р. | 2 · 045,861 |
| 13. Экономия ТЭР | т у. т. | 8 · 987,5 |

Применение на площадях предприятия данной установки позволит своевременно утилизировать излишки щепы, хранящейся на складах, и иметь собственный источник электроэнергии, работающий на собственные нужды. Поскольку данная технология будет осуществляться в рамках общей технологии (как утилизация), она не будет идти в разрез с принципами государственной программы по совершенствованию энергетики, в частности, строительства Белорусской АЭС.

Динамический срок окупаемости проекта составит 6,54 г. Простой срок окупаемости – 4,8 г. Таким образом, данное мероприятие по внедрению ORC-установки является эффективным и экономически обоснованным.

Литература

1. Об энергосбережении : Закон Республики Беларусь № 239-З от 08.01.2015 г.
2. Савко, М. Современные пути энергосбережения в деревообрабатывающей отрасли / М. Савко // Энергоэффективность. – 2016. – № 12. – С. 16–17.
3. Турбины органического цикла Ренкина. – 2019. – Режим доступа: <https://www.aquaecology.by/katalog/turbiny-organicheskogo-tsikla-renkina-orc-turbines/>. – Дата доступа: 11.03.2019.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ 6–35 кВ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Д. М. Купцов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. И. Евминов

В процессе эксплуатации на изоляцию воздушных линий (ВЛ) воздействуют перенапряжения (напряжения, значительно превышающие номинальные).

Внешние атмосферные перенапряжения вызваны грозовым разрядом вблизи установок или прямых ударов молнии в опору или провод.

Гроза представляет собой комплексное атмосферное явление, необходимой частью которого являются многократные электрические заряды между облаками или между облаком и землей (молнии), сопровождающиеся звуковым явлением – громом.

Грозовые перенапряжения на ВЛ, создающие импульсные перекрытия и разрушения изоляторов и приводящие к дуговым замыканиям, сопутствующим поврежде-

ниям оборудования, отключениям линий, являются одной из основных причин аварий и нарушений.

Главной причиной грозовых отключений и повреждения оборудования сетей 6, 10 кВ является индуктированное перенапряжение при разряде молнии вблизи линии.

При эксплуатации на изоляцию электрооборудования и линий влияет ряд факторов:

- длительное рабочее напряжение;
- кратковременные перенапряжения;
- температура и температурные колебания;
- воздействие влаги и механических усилий и др.

Перенапряжения, возникающие в электрических системах, являются одним из факторов, существенно влияющих на надежность электроустановок. Несмотря на кратковременность воздействия, перенапряжения характеризуются высокой кратностью по отношению к длительному рабочему напряжению, воздействием на все электрически связанные элементы системы независимо от места возникновения, существенным усилением процессов возникновения и развития дефектов, не связанных с перенапряжениями, ускорением старения конструктивных узлов. Важнейшим элементом любого электрооборудования и любой линии является изоляция, которая во многом определяет безопасность эксплуатации, подходы к организации защиты от перенапряжений.

Электростатическое и электромагнитное поля, связанные с главным разрядом молнии, индуктируют напряжения на проводах линий, проходящих вблизи места удара. Индуктированные перенапряжения – результат взаимной магнитной (индуктивной) и электрической (емкостной) связи канала молнии с токоведущими и заземленными элементами электрической сети. Они имеют значительно умеренную величину по сравнению с перенапряжениями при ударах в токоведущие и заземленные части электроустановки. Напряжения могут достигать сотен тысяч вольт. Этот индуктированный импульс или волна распространяется со скоростью близкой к скорости света по всем электрически связанным линиям, что приводит к повреждению в местах с наиболее слабой изоляцией, иногда за несколько километров от места удара молнии.

Наиболее опасный вид поражения от атмосферных перенапряжений – прямой удар молнии в тот или иной объект. Ток молнии протекает через заземленный объект с сопротивлением заземления, создает на нем падение напряжения. Вследствие больших значений силы тока молнии такое напряжение может достигать сотен тысяч и миллионов вольт, исходя из этого изоляция установки неизбежно будет нарушена.

Предлагаемый способ защиты от грозовых перенапряжений позволяет реализовать этот принцип за счет использования специальных длинно-искровых разрядников (РДИ).

Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструктивные особенности разрядника обеспечивают его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией.

На каждую одноцепную опору защищаемого участка ВЛ устанавливается по одному разряднику в зависимости от типа опор, траверс, изоляторов ВЛ и других определяющих обстоятельств с целью надежной защиты от индуктированных грозовых воздействий. Для этих целей применяются разрядники следующих видов:

1. Петлевые разрядники РДИП-10-1У-УХЛ1 рекомендуется устанавливать на любых видах опор с чередованием фаз. Разрядник состоит из металлического стержня,

покрытого слоем изоляции, согнутого в виде петли и укрепленного при помощи зажима к штырю изолятора.

2. Шлейфовые разрядники РДИШ-10-1У-УХЛ1 могут быть использованы в местах двойного крепления провода вместо петлевых.

Назначение шлейфового разрядника РДИШ-10-1У-УХЛ1:

- совмещение функций разрядника и шлейфа;
- защита от индуцированных перенапряжений;
- возможность установки вместо петлевого разрядника.

3. Модульные разрядники РДИМ-10-К-И-УХЛ1 применяются для защиты ВЛ только с компактным размещением проводов, расстояние между которыми не должно превышать 50 см, и с изоляторами ШФ-20. Данный тип разрядника устанавливается только на среднюю фазу. РДИМ-10-К-И-УХЛ1 состоят из двух отрезков кабеля с корделем, выполненным из полупроводящего материала.

4. РДИ10-ИТ (изоляционная трубка) устанавливается на провод в зоне крепления провода к изолятору. При перенапряжении сначала перекрывается изолятор, а затем происходит скользящий разряд по поверхности изоляционной трубки.

5. ИРДИ10 (изолятор-разрядник) обеспечивает весьма длинный путь развития импульсного перекрытия по спиралевидной траектории вокруг изолятора. Для этого внутрь изоляционного тела изолятора со спиралевидными ребрами устанавливается направляющий электрод.

6. РДИ с мультиэлектродной системой (РДИ-МЭС). Представляет собой ленту из силиконовой резины, на которой расположены электроды диаметром 10 мм с промежутками 1–2 мм между ними. Данная лента наматывается на кабель РДИ с шагом 30 мм.

7. РДИ 35 кВ с мультикамерной системой (РДИ-МКС). Состоит из большого числа промежуточных электродов с воздушными разрядными промежутками 1–2 мм, поверхность электродов имеет слой изоляции примерно 4 мм.

С помощью длинно-искровых разрядников (РДИ) может выполняться грозозащита распределительных воздушных линий 6–35 кВ, что является действенной мерой повышения надежности электроснабжения.

РДИ не имеют никаких особых требований по снижению сопротивлений заземления опор, на которых они установлены.

РДИ не подвержены разрушающему воздействию токов молнии и сопровождающих токов дуговых замыканий.

РДИ защищают от дуговых перенапряжений электрические сети, приводящие к однофазным замыканиям на землю, вызванным грозовыми перенапряжениями.

Разряд в длинно-искровой промежутке развивается вдоль аппарата по воздуху, а не внутри его, что позволяет значительно увеличить срок эксплуатации изделий и повышает их надежность.

По своим конструктивно-техническим параметрам длинно-искровой разрядник обеспечивает возможность и простоту монтажа на любых типах опор ВЛ, эксплуатационную долговечность и отсутствие необходимости их обслуживания.

Благодаря оригинальности реализуемого принципа действия, конструктивной простоте и неподверженности повреждениям грозовыми и дуговыми токами РДИ является эффективным, надежным и экономичным грозозащитным устройством.

Литература

1. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская. – М. : КолосС, 2006. – 368 с. : ил.

2. Подпоркин, Г. В. Современная грозозащита распределительных воздушных линий 6, 10 кВ длинно-искровыми разрядниками / Г. В. Подпоркин, А. Д. Сиваев // Электро. – 2006. – № 1. – С. 36–42.
3. Защита сетей 6–35 кВ от перенапряжений / Г. А. Евдокунин [и др.] ; под ред. Ф. Х. Халилова, А. И. Таджибаева. – СПб. : Энергоатомиздат. Санкт-Петербург. отд-ние, 2002. – 272 с. : ил.

КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ДЛЯ ТРЕХ РАБОЧИХ СРЕД

Р. В. Леонович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Новиков

Теплообменные аппараты широко применяются в энергетике, химической технологии, нефтяной и газовой отраслях, производстве стройматериалов, пищевой промышленности и других производственных отраслях. Повышение эффективности их работы является важнейшей актуальной задачей.

Целью работы является разработка конструкции теплообменного аппарата для трех рабочих сред.

Для достижения этой цели было проведено исследование существующих конструкций теплообменных аппаратов и изучение их достоинств и недостатков.

По результатам этих исследований была произведена разработка конструкции теплообменного аппарата для трех рабочих сред, взяв за основу конструкцию пластинчатого теплообменного аппарата.

Теплообменный аппарат для трех рабочих сред представляет собой устройство, в котором происходит процесс передачи тепла между тремя теплоносителями. Такой тип теплообменного аппарата может использоваться в случаях, когда необходимо одновременно нагреть два различных теплоносителя. Причем установка двух отдельных теплообменников для нагрева этих теплоносителей невозможна.

Также теплообменный аппарат для трех рабочих сред может быть использован для более точного регулирования параметров отдельно взятого теплоносителя. Теплообменный аппарат такой конструкции позволит использовать его в качестве регулирующего узла, который будет производить регулирование температуры теплоносителя, поступающего потребителю тепла. При этом такой вариант исключит необходимость подмеса теплоносителя из обратного трубопровода, а также, в отличие от обычного регулирующего узла, позволит использовать различные теплоносители на теплоисточнике и у потребителя тепла.

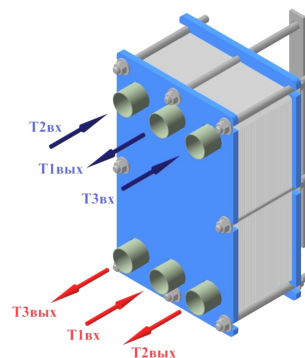


Рис. 1. Пластинчатый теплообменный аппарат для трех рабочих сред

Разработанная конструкция теплообменного аппарата для трех рабочих сред представляет собой рекуперативный теплообменник пластинчатого типа (рис. 1). Теплообменник представляет собой набор пластин, собранных в единый пакет. Такая конструкция теплообменника обеспечивает эффективную компоновку теплообменной поверхности.

Пространственное извилистое течение жидкости в каналах способствует турбулизации потоков, а противоток между нагреваемыми и греющей средой способствует увеличению температурного напора и, как следствие, интенсификации теплообмена при сравнительно малых гидравлических сопротивлениях. При этом резко уменьшается отложение накипи на поверхности пластин. Схема движения теплоносителей представлена на рис. 2.

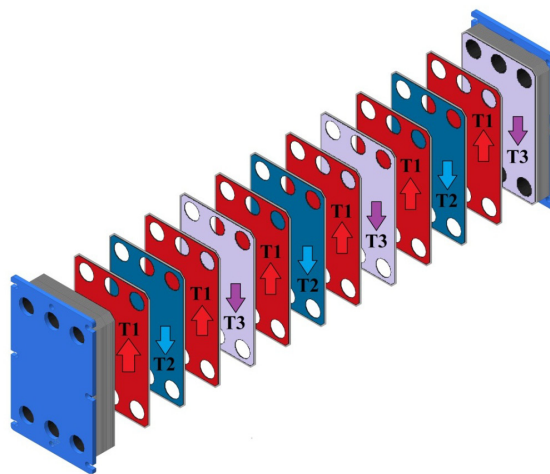


Рис. 2. Схема движения теплоносителей в теплообменнике

Следующим шагом разработки конструкции теплообменного аппарата является проведение его расчетов. Для выполнения расчетов были выбраны исходные данные для отдельно взятого случая. Исходя из этих данных, были произведены тепловой и гидравлический расчеты, в результате которых были определены ряд показателей, характеризующих разработанный теплообменный аппарат. В этот ряд показателей входят:

- расходы теплоносителей, кг / с;
- скорости движения теплоносителей, м² / с;
- коэффициенты теплопередачи, Вт / (м² · К);
- коэффициенты теплопередачи, Вт / (м² · К);
- площадь поверхности теплообмена, м².

Однако основным показателем эффективности теплообменного аппарата является его коэффициент полезного действия, который можно определить по формуле

$$\eta = \frac{Q_2 C p_2 (t_2' - t_2'') + Q_3 C p_3 (t_3' - t_3'')}{Q_1 C p_1 (t_1' - t_1'')} 100 \%,$$

где Q_1 – количество теплоты, которое необходимо передать от греющего теплоносителя к нагреваемым, Вт; Q_2, Q_3 – количество теплоты, которое получают нагреваемым,

мые теплоносители, Вт; Q_1 , Q_2 , Q_3 – средние удельные массовые теплоемкости греющего и нагреваемых теплоносителей, в интервале температур от t_1' до t_1'' , от t_2' до t_2'' и t_3' до t_3'' , соответственно, кДж/(кг · К).

По результатам теплового расчета коэффициент полезного действия разработанного теплообменного аппарата для трех рабочих сред составил 85 %.

Также были произведены гидравлический и прочностной расчет теплообменного аппарата. Металлоемкость разработанного теплообменного аппарата для трех рабочих сред оказалась меньше по сравнению с металлоемкостью двух отдельно взятых теплообменных аппаратов, в которых процесс теплообмена проходит между двумя теплоносителями. За счет этого габаритные размеры теплообменного аппарата для трех рабочих сред будет меньше, чем у двух теплообменников.

Однако основным недостатком такого теплообменного аппарата является его сложность и дороговизна конструкции по сравнению с обычными теплообменными аппаратами.

Таким образом, разработанная конструкция теплообменного аппарата для трех рабочих сред позволит осуществлять процесс теплообмена между тремя теплоносителями; осуществлять плавное регулирование качественных параметров одного из трех теплоносителей без изменения его количественных характеристик; позволит уменьшить габаритные размеры по сравнению с двумя отдельными теплообменниками.

Л и т е р а т у р а

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин. – М. : Высш. шк., 1980.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
3. Тепломассообмен : метод. указания к курсовой работе по одноим. курсу для студентов / сост.: А. В. Овсянник, М. Н. Новиков, А. В. Шаповалов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007.

АДАПТАЦИЯ АППАРАТНОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТОРОН КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 32144–2013

Е. В. Мазаева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

Электрическая энергия как товар используется во всех сферах жизнедеятельности человека, обладает совокупностью специфических свойств и непосредственно участвует при создании других видов продукции, влияя на их качество. Понятие «качество электрической энергии» отличается от понятия качества других товаров. Качества электроэнергии проявляется не непосредственно, а через качество работы электроприемников.

Обязательное условие поставки потребителям высокого качества электрической энергии от электроэнергетических систем способствует увеличению актуальности вопросов, связанных со стандартизацией качества электрической энергии.

Плохое качество электроэнергии приводит к финансовому ущербу, величина которого определяется: увеличением потерь электрической энергии; сокращением

срока службы изоляции электрооборудования; нарушением нормальной работы релейной защиты и автоматики; сбоем в работе микропроцессорного оборудования; ростом эксплуатационных издержек; снижением устойчивости и надежности систем электроснабжения.

С 1999 по 2016 г. основным нормативным документом, описывающим требования к показателям качества электроэнергии (ПКЭ), являлся ГОСТ 13109–97 [1].

С 1 апреля 2016 г. он прекратил свое действие, и вместо него был введен новый межгосударственный стандарт ГОСТ 32144–2013 [2].

Новый ГОСТ 32144–2013 претерпел некоторые изменения, как, например, изменения характеристик электрической энергии были разделены на две категории – продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события. Продолжительные изменения – длительные отклонения характеристик напряжения от номинальных значений (под влиянием нелинейных нагрузок). Случайные события – внезапные и значительные изменения формы напряжения (прерывания и провалы напряжения, перенапряжения, импульсные напряжения).

В новом стандарте есть отличия по времени интеграции ПКЭ. Время интеграции согласно с ГОСТ 51317.4.30–2008 (ГОСТ 32144–2013) составляет:

1) медленные отклонения напряжения – время интеграции 10 мин вместо 1 мин в ГОСТ 13109–97;

2) несимметрия напряжения – время интеграции 10 мин вместо 3 с;

3) гармонические составляющие напряжения – время интеграции 10 мин вместо 3 с.

В данной ситуации актуальными являются работы, направленные на адаптацию аппаратной и организационной сторон контроля показателей качества электроэнергии в соответствии с новыми техническими нормативными правовыми актами (ТНПА).

В настоящее время задачи контроля качества электрической энергии решаются с помощью прибора УК1 (в соответствии с требованиями ГОСТ 13109–97), он выпускается полностью в Республике Беларусь. Устройство устанавливается на энергообъектах и осуществляет сбор, обработку и хранение информации о ПКЭ. В соответствии с требованиями нового ГОСТ 32144–2013 используют прибор LPW-305.

В период с 4 по 9 апреля 2017 г. на ОАО «Гомельский завод станочных узлов» были проведены измерения показателей качества в ЦРП 6 кВ на I и II СШ. Измерения производились приборами УК-1, которые подключались по схеме «треугольник» к измерительным цепям 100 В трансформаторов НТМИ 6 кВ, при этом составлялся протокол проведения измерений.

Анализ результатов измерений выявил следующее: коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения не соответствует требованиям ГОСТ 13109–97. При предельно допустимой норме (ПДН) 0,3 значение 21-й гармонической составляющей по фазе А составило 0,43 и 0,31, соответственно, т. е. качество электроэнергии не соответствует нормируемому, что требует установки специальных фильтрокомпенсирующих устройств.

Динамика изменения коэффициента гармонической составляющей напряжения представлена на рис. 1 и 2.

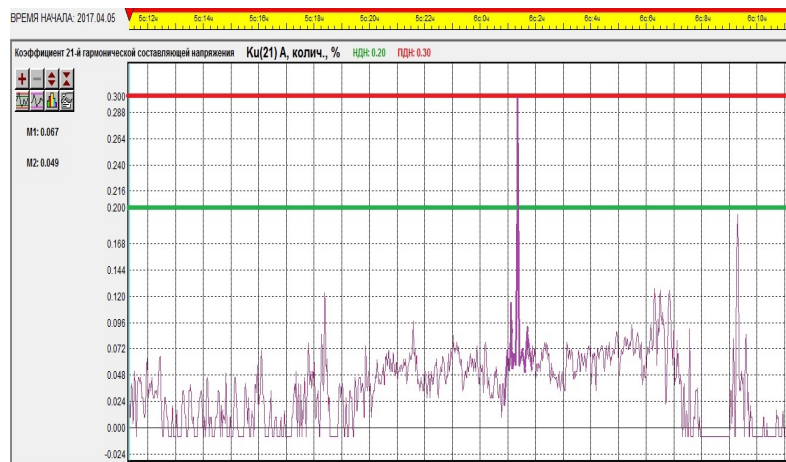


Рис. 1. Отклонение коэффициента 21-й гармонической составляющей напряжения по каналу А 05.04.2017 г.



Рис. 2. Отклонение коэффициента 21-й гармонической составляющей напряжения по каналу А 06.04.2017 г.

Анализ результатов измерений не выявил отклонений норм по остальным ПКЭ.

В период с 12.12.2018 по 19.12.2018 г. были проведены измерения показателей качества электрической энергии на ПС-220 «Центролит» филиала «Гомельские электрические сети». Измерения осуществлялись при помощи прибора LPW-305, который подключался по схеме «треугольник» к измерительным цепям 100 В трансформаторов НТМИ 6 кВ.

Целью измерения и анализа основных показателей качества электроэнергии является определение соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям.

Прибор LPW-305 предназначен для измерений и анализа характеристик напряжения, силы тока, мощности, энергии и показателей качества электрической энергии в однофазных и трехфазных сетях переменного тока частотой 50 Гц с возможностью формирования и передачи информационных и управляющих электрических сигналов.

Возможности прибора:

1. Мониторинг ПКЭ: измерение в реальном времени всех параметров качества электрической энергии по трем каналам напряжения и трем каналам тока с передачей по интерфейсам Ethernet, RS-485 или RS-232.

2. Проведение энергоаудита: измерение с сохранением в энергонезависимой памяти прибора всех параметров качества электрической энергии по трем каналам напряжения и трем каналам тока.

3. Регистрация осциллограмм: многократное сохранение в энергонезависимой памяти прибора 20 периодов (2048 отсчетов) основной частоты с интервалом дискретизации 200 мкс как по запросу, так и по возникновению заданного события с сохранением предыстории.

Основные преимущества прибора: внесен в Госреестр средств измерений; значительно дешевле импортных аналогов; обеспечивает постоянный мониторинг и контроль ПКЭ по ГОСТ 30804.4.30–2013 класс А и ГОСТ 32144–2013; содержит в базовой комплектации интерфейс FastEthernet (100 Мбит/с, MODBUS); легко интегрируется в системы АСКУЭ; выдерживает напряжение питания до 600 В.

Результаты измерений ПКЭ с помощью измерителя электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрического LPW-305 выводятся на печать в виде протоколов измерений показателей качества электроэнергии и, при необходимости, в виде дополнений к протоколу измерений ПКЭ с графиком изменения измеряемой величины.

На основании оценки результатов измерения ПКЭ в период с 12.12.2018 по 19.12.2018 г. можно сделать следующие выводы: качество электрической энергии установленным требованиям (нормам) по: положительному отклонению напряжения – соответствует; отрицательному отклонению напряжения – соответствует; коэффициенту искажения синусоидальности напряжения – соответствует; коэффициенту n -й гармонической составляющей напряжения – соответствует; коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности – соответствует; коэффициенту несимметрии напряжений по нулевой последовательности – соответствует; отклонению частоты – соответствует; кратковременной дозе фликера – не соответствует; долговременной дозе фликера – не соответствует.

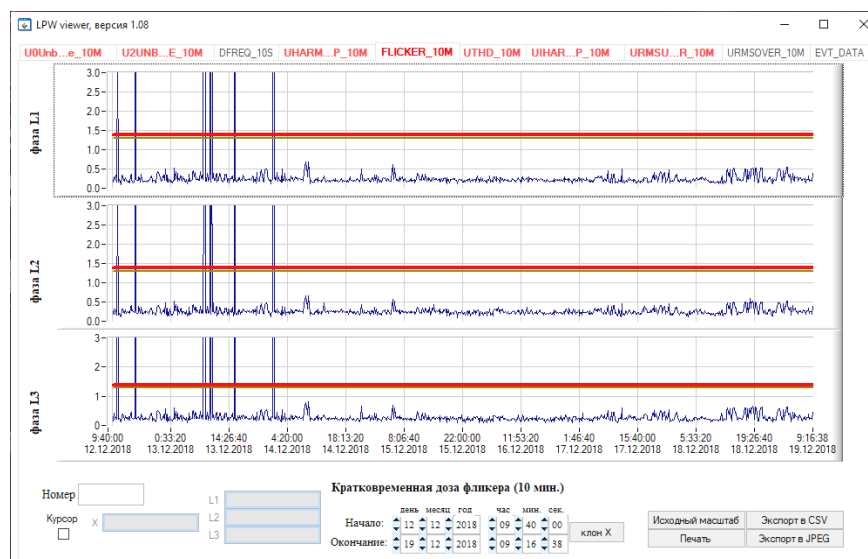


Рис. 3. График кратковременной дозы фликера

На рис. 3 показан график по кратковременной дозе фликера за период с 12.12.2018 по 19.12.2018 г. Наблюдаются характерные отклонения от нормы 12–14 декабря 2018 г. Значение кратковременной дозы фликера 12.12.2018 г. при норме 1,38 составило: по фазе А – 10,81, по фазе В – 5,87, по фазе С – 13,99. Значение кратковременной дозы фликера 13.12.2018 г. при норме 1,38 составило: по фазе А – 13,85, по фазе В – 10,56, по фазе С – 25,45. Отклонений от нормы по остальным ПКЭ не выявлено.

Литература

1. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.08.1999. – Минск : БелГИСС, 1999. – 31 с.
2. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.02.2016. – Минск : БелГИСС, 2015.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К АВТОНОМНЫМ СИСТЕМАМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

В. С. Максимович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Погуляев

К современным системам электропитания в составе различных устройств и технологий предъявляется ряд требований, важнейшие из которых определяются статическими, динамическими и массогабаритными показателями. Кроме того, системы должны удовлетворять требованиям электромагнитной и энергетической совместимости [1]–[6].

В настоящее время происходит интенсивный рост числа электронной аппаратуры, функционирование которой сопровождается потреблением из сети импульсного тока и, как следствие, генерацией в сеть высших гармонических составляющих, способных вызвать повреждение электрооборудования или его неправильное функционирование. В связи с этим должны быть решены задачи:

– определение требований к качеству электроэнергии, используемой при работе различного рода потребителей;

– обеспечение этих требований при создании и эксплуатации устройств, систем и комплексов.

Определение требований к качеству электроэнергии осуществляется разработчиками аппаратуры и обуславливается точностью устройств. По мере усложнения задач, решаемых электронной аппаратурой, происходит повышение требований к ее точности и, следовательно, к качеству электроэнергии.

Для устройств автоматики и вычислительной техники эти требования сводятся в основном к стабильности напряжения питания в статических и динамических режимах.

Обеспечение требуемой стабильности напряжения питания производится за счет разработки соответствующих полупроводниковых преобразователей энергии. Повышение требований к стабильности напряжения приводит к усложнению схем преобразователей, что вызывает ухудшение массогабаритных, энергетических и других показателей.

Особо сложной и трудноразрешимой задачей является задача обеспечения стабильности напряжения в автономных подвижных объектах, где всегда имеют место жесткие ограничения на массогабаритные показатели оборудования.

В зависимости от характера функциональных задач, решаемых автономными объектами, их системы электроснабжения содержат ряд источников вторичного электропитания (ИВЭП) соответствующих видов энергии.

Так как проектирование динамической системы производится при условии обеспечения номинальных значений энергетических координат, то отклонение последних при работе системы воспринимаются ею как возмущения, действующие на определенные элементы системы. Отклонение энергетических координат от номинальных значений в ряде случаев приводит к изменению динамических свойств системы.

Известно, что повышение мощности источника питания (ИП) при прочих равных условиях практически всегда ведет к увеличению габаритов и массы соответствующего оборудования, повышению непроизводительных затрат энергии, (например увеличение потерь холостого хода) и, следовательно, к ухудшению общего КПД энергооборудования. В силу указанных причин излишнее увеличение мощности ИП на автономных объектах и особенно на подвижных крайне нежелательно. Поэтому мощность ИП автономных объектов на практике всегда ограничена и часто соизмерима с мощностью приемников. Следствием ограниченности мощности ИП является зависимость значений их выходных координат от режима и характера работы нагрузки, которая, например, для источников электрической энергии определяется внутренним сопротивлением источника питания. В свою очередь характер и режимы работы приемников определяются режимами работы соответствующих динамических систем, в состав которых они входят.

Так как в состав системы «ИП-ИВЭП-нагрузка» входят самые разнообразные технические устройства (ТУ), различные по своей физической природе и принципу действия, работа которых предполагает потребление энергии разных видов и номиналов, то системы энергоснабжения по необходимости должны содержать преобразующие устройства, обеспечивающие получение энергии требуемого рода и качества.

Таким образом, система централизованного энергоснабжения, кроме первичного источника питания (ИП), содержит ряд преобразователей энергии, снабженных регуляторами соответствующих выходных (энергетических) координат, являющихся по существу замкнутыми регулируемым динамическими системами.

Современные системы, устройства и технологии требуют от электропривода повышенной точности движения, быстродействия, надежности, понижения вносимых системой «преобразователь–двигатель» искажений в сетевое напряжение.

Развитие электроники, создание новых полупроводниковых преобразователей сделали возможным решение поставленных выше задач. Использование нового поколения силовых полупроводниковых приборов типа IGBT, GTO и других в системах регулируемого электропривода позволяет улучшить массогабаритные показатели устройств управления и существенно повысить технико-экономические показатели электроприводов.

Литература

1. Зиновьев, Г. С. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск : НГУ, 1998. – 32 с.
2. Алатырев, М. С. Гармонический состав потребляемого тока и коэффициент мощности выпрямителя на полностью управляемых полупроводниковых приборах / М. С. Алатырев, К. В. Быков // Электротехника. – 2000. – № 4. – С. 23–28.

3. Чаплыгин Е. Е. Инверторы напряжения и их спектральные модели / Е. Е. Чаплыгин. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 63 с.
4. Розанов, Ю. К. Силовая электроника / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчинский, А. А. Кваснюк. – М. : Издат. дом МЭИ, 2007. – 631 с.
5. Анализ и синтез гармонического состава ключевого блока однофазных инверторов напряжения / А. М. Лихоманов [и др.] // Электричество. – 2009. – № 7. – С. 56–61.
6. Анализ и синтез гармонического состава выходного напряжения регуляторов переменного тока в автономных системах электропитания с импульсной нагрузкой / Б. Ф. Дмитриев [и др.] // Морской вестн. Спец. вып. – 2012. – № 1 (9). – С. 78–81.

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ПО АНАЛИЗУ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Е. В. Миронов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Введение. В рамках общего обучения задача расчета поражения электрическим током является достаточно трудоемким и сложным процессом, требующим внимательности и умения вести расчеты в комплексной системе исчисления. То же касается и предприятий, ведущих эти же расчеты в рамках своей специфики работы. Ввиду вышеуказанных причин освоение расчетов является сложной, не всегда понятной частью, а их ведение занимает значительное время. Отсюда вытекает и основная задача: упростить расчеты по поражению электрическим током, сделав их максимально доступными и понятными. В конечном итоге мы должны получить программный продукт, способный выполнять сложные операции вычисления автоматически, оставляя за пользователем задачу лишь координировать исходные данные. С этой целью предстоит произвести аналитический разбор анализа поражения человека электрическим током и выбрать платформу для реализации виртуального стенда.

Основная часть. Поражение человека электрическим током происходит при замыкании электрической цепи через тело, т. е. в случае прикосновения к двум точкам электрической цепи, между которыми имеется некоторое напряжение. В трехфазных сетях переменного тока возможно включение человека в электрическую цепь между двумя проводами – двухфазное включение (рис. 1) и между одним проводом и землей – однофазное включение (рис. 2).

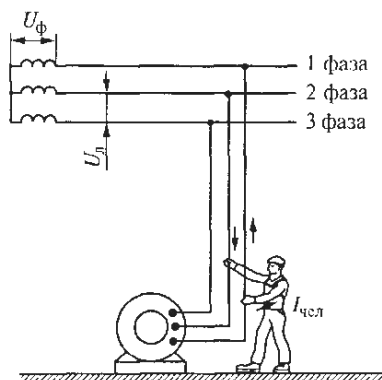


Рис. 1. Схема двухфазного включения человека в цепь трехфазного тока:
 U_{ϕ} – фазное напряжение; $U_{л}$ – линейное напряжение; $I_{чел}$ – сила тока, проходящего через человека

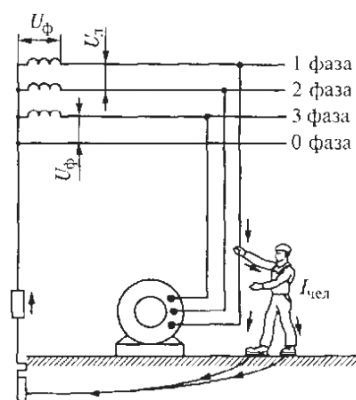


Рис. 2. Схема однофазного включения человека в цепь трехфазного тока:
 U_{ϕ} – фазное напряжение; $U_{л}$ – линейное напряжение; $I_{чел}$ – сила тока, проходящего через человека

Итак, имея сложный структурный состав, объемность расчетов и требовательность к временным вложениям, расчет опасности поражения электрическим током, решено в работе реализовать в программе, позволяющей задавать для таких случаев начальные данные, особенности сети, обычное включение или аварийное, сопротивление тела человека, сопротивление изоляции, силу тока, величину напряжения и т. д. Подобное решение получит свой отклик как в системе вузовского обучения, так и на предприятиях, специфика работы которых требует проведения данного расчета.

Первым этапом в решении поставленных задач станет выбор платформы для реализации виртуального стенда. Выбор программной среды в настоящее время достаточно обширен. Главными критериями по выбору станут такие достоинства платформы, как:

- с точки зрения внесения расчетов в код программы она должна отличаться скоростью и минимальными размерами исполняемого модуля, а также возможностью реализовать сколь угодно сложные и неформализованные задачи;

- с точки зрения реализации визуального интерфейса программы требуется удобный и интуитивно понятный интерфейс ввиду сложности объемного вида расчетов.

Все это является основными критериями для успешного составления программы.

Рассмотрев возможные варианты, была выбрана программная среда *Delphi*. Она отвечает вышеуказанным критериям и является общедоступной программой для непосредственной работы в ней.

Второй этап в решении поставленных задач – графическая интерпретация сети в выбранную программную среду. С этой целью составляется схема замещения трехфазной сети с включением в нее человека и, как итог, перенос в интерфейс выбранной программной среды для дальнейшей работы с ней. Чтобы удовлетворить параметр многогранности, схема должна быть универсальна, с возможностью непосредственно в программе менять ее элементы, тем самым изменяя выбранный случай для расчета.

Третий этап в решении поставленных задач – расчетный. В последующих работах над программой будут решаться задачи о непосредственном упрощении самого расчета. Для этого будет составлена математическая модель для анализа опасности поражения электрическим током в составе электрической сети. Все формулы в коде программы будут логически связаны со схемой замещения, с учетом изменения входных параметров и давать возможность работы с комплексными числами.

Итогами работы будет грамотная визуализация полученных выше результатов с целью соблюдения простоты в использовании данного продукта.

Заключение. В конечном итоге планируется получить программу, реализованную на базе выбранной программной среды, которая удовлетворяла бы таким критериям, как: общедоступность, простота использования и интуитивно понятная точность вычисления в автоматическом производстве расчетов с учетом варьирующихся начальных ситуаций, при которых человек включается в схему сети.

Таким образом, программный продукт должен отображать схематическую интерпретацию прикосновения человека к трехфазной сети, с выбором начальных условий и возможностью подстановки исходных данных в формулы, прописанные непосредственно в коде программы. Тем самым заменяя сложный вычислительный процесс и являясь аналогом «калькулятора».

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ БЫТОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ)

Д. Г. Пархомчук, И. Г. Гаспаров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

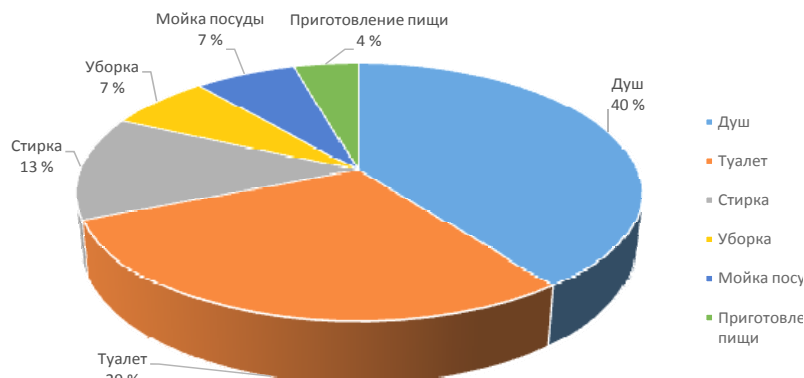
Научный руководитель Т. Н. Никулина

В настоящее время 3/4 населения Республики Беларусь проживает в городах. Жизнь любого города невозможно представить без водоснабжения. Поэтому воду, вытекающую из крана, мы воспринимаем как должное.

Давайте проанализируем, на что мы в основном тратим воду дома (таблица).

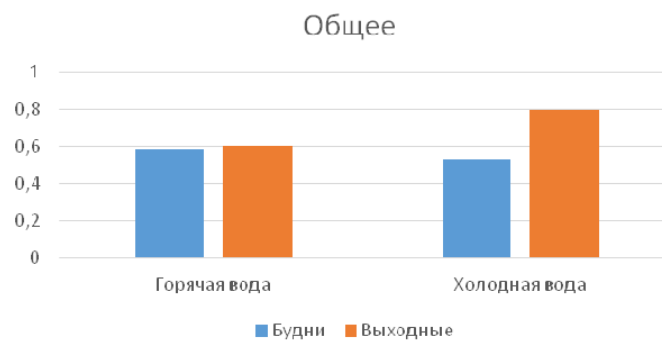
| Помещения | Действия | Расход воды, куб | | | |
|------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Выходные | | Будни | |
| | | Горячая | Холодная | Горячая | Холодная |
| Ванная комната и туалет | Душ | 0,24 | 0,28 | 0,22 | 0,17 |
| | Уборка | 0,09 | 0,064 | 0,084 | 0,04 |
| | Стирка | 0,114 | 0,103 | 0,109 | 0,06 |
| | Туалет | – | 0,21 | – | 0,13 |
| Общее ванны и туалета | | 0,444 | 0,657 | 0,413 | 0,4 |
| Кухня | Приготовление пищи | 0,077 | 0,0674 | 0,083 | 0,063 |
| | Мойка посуды | 0,08137 | 0,072 | 0,088 | 0,067 |
| Общее – кухня | | 0,158 | 0,139 | 0,17 | 0,13 |
| Общее – квартира | | 0,602 | 0,796 | 0,583 | 0,534 |

(Данные в таблице приведены за неделю)



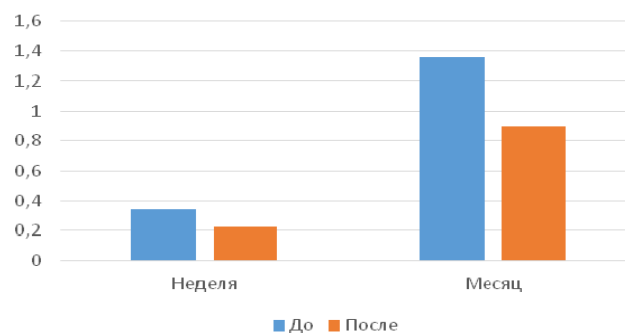
Как видно на диаграмме, большую часть воды мы расходует на гигиенические нужды (душ, туалет и т. д.). Отсюда можно сделать вывод, что самыми выгодными местами для экономии вода являются ванная комната и туалет. Но не стоит забывать и о кухне, например, посуду мы моем в несколько раз чаще, чем принимаем душ, и если делать это правильно, то можно также неплохо сэкономить.

А теперь сравним расход воды в будни и выходные.



Проведя анализ, можно сделать вывод, что в выходные общий расход воды больше, чем в будни. Как же так выходит, ведь выходных всего два дня, а будних дней пять? Это легко объяснить тем, что в будни большую часть дня мы проводим на работе или учебе и вечером, как правило, не занимаемся бытовыми проблемами, а откладываем их на выходные (стирка, уборка и т. д.).

Попробуем сэкономить воду без денежных вложений. Можно просто положить кирпич или бутылку с водой внутрь бачка унитаза, тем самым уменьшив его объем.

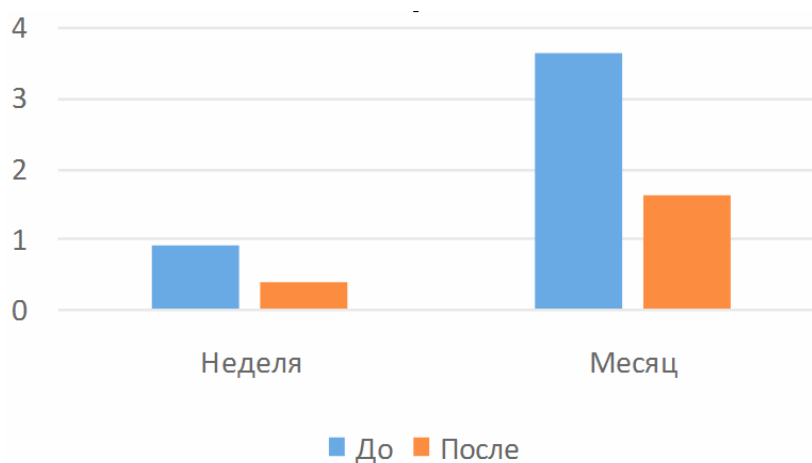


Объем бачка в нашем случае стандартный – 6 л, туалет используется приблизительно восемь раз в день (в квартире пять жильцов), и отсюда выходит, что в неделю

расходуется 340 л воды, а в месяц 1360 л, что в денежном эквиваленте равно $1,13 + 0,87$ р. за водоотведение (канализацию), итого 2 р.

Объем бачка можно искусственно снизить, просто положив в него двухлитровую бутылку, как мы и сделали. Логично, что объем бачка теперь не 6, а 4 л, теперь посчитаем: в неделю расходуется 224 л, а в месяц 896 л, что в денежном эквиваленте равно $0,75 + 0,57$ р. за водоотведение (канализацию), итого 1,32 р.

Не забывайте выключать воду, когда чистите зубы или бреетесь. Во время чистки зубов и бритья выливается примерно по 7 л воды впустую. Зубы чистят пять членов семьи утром и вечером, откуда выходит 490 л, а также два члена семьи бреются один раз в неделю, откуда 14 л. Давайте сравним, сколько же можно сэкономить на соблюдении этого простого правила:

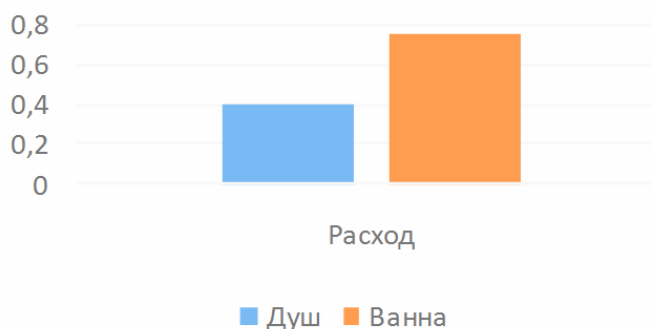


Итого на горячее водоснабжение (подогрев воды) приходится 0,205 (0,017 Гкал), а на холодное 0,201 в неделю вместо 0,46 (0,038 Гкал) и 0,45, соответственно. Давайте сравним затраты в месяц в денежном эквиваленте, не экономя плата за горячее и холодное водоснабжения составит – 2,57 и 1,5 р., соответственно, + 2,32 на водоотведение, а если экономить – 1,15 и 0,67 р. + 1,04 на водоотведение.

Примите за правило пользоваться только душем. Давайте сравним, насколько экономичнее принимать душ вместо ванны. На душ приходится 406 л воды в неделю, и получается, что на одного члена семьи приходится 81,2 л.

В то время как при приеме ванны в среднем на одного члена семьи будет приходится 150 л, откуда выходит, что в неделю приходится 750 л.

Название диаграммы



Переведем в расходы за месяц:

– при приеме душа:

горячее водоснабжение (подогрев воды) – 1,15 р.;

холодное водоснабжение – 0,67 р.;

водоотведение – 1,04 р.

Итого: 2,86 р.;

– при приеме ванной:

горячее водоснабжение (подогрев воды) – 2,13 р.;

холодное водоснабжение – 1,24 р.;

водоотведение – 1,92 р.

Итого: 5,29 р.

Если подводить общий итог, то выходит, что благодаря этим трем рекомендациям мы экономим 964 л в неделю и 4360 л в месяц, или 7,5 р. в месяц.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

С. А. Пшеничный

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Д. И. Зализный

В результате совершенствования системы образования демонстративное изучение устройств электроснабжения, а также внедрение современных технологий становится более актуально. В настоящее время в высших учебных заведениях с учетом опыта проведения, усвоения и совершенствования навыков при создании имитационных моделей устройств электроснабжения на практических занятиях признано целесообразным включение в образовательную программу работу на виртуальных лабораторных стендах.

Для реализации данного проекта необходимо разработать инструкцию для создания данного лабораторного стенда, который соответствовал бы основным требованиям нормативных документов и обеспечивал достоверность и правильность произведенных расчетов.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

- модернизация технических средств обучения;
- изучение современного технического оборудования устройств распределения электроэнергии;
- создание базы данных современного оборудования устройств распределения электроэнергии;
- аналитический обзор низковольтных распределительных устройств электроснабжения;
- создание алгоритмов работы виртуального лабораторного стенда и взаимодействия имитирующего распределительного устройства с возможными событиями в системе электроснабжения;
- создание мануала для написания программы «Виртуальный лабораторный стенд низковольтных распределительных устройств».

На начальном этапе разработки был осуществлен анализ современных низковольтных распределительных устройств систем электроснабжения. Произведен обзор простейших, силовых и сложных распределительных щитков и пунктов. Затем была создана база данных об распределительных и комплектующих устройствах электроснабжения в программе Microsoft Excel.

Для того чтобы программа имела возможность работать с базой данных, был создан ряд блок-схем для реализации алгоритма работы виртуального стенда. Осуществление алгоритма работы производим с помощью программы JavaScript.

Принцип работы виртуального стенда основан на решении простейших логических задач, примеры которых вы можете видеть на экране.

Таким образом, для создания моделей распределительных щитков и пунктов были созданы блок-схемы для решения типичных задач по выбору оборудования, комплектации распределительных низковольтных устройств, выбора подходящего оборудования по заданным критериям пользователя.

Можно отметить следующие основные преимущества разработанного виртуального стенда: реализация данного лабораторного стенда возможна для пользователя, не имеющего электротехнического образования; простота использования; не требует финансовых вложений для создания модели; упрощает образовательный процесс; ускоряет создание реального распределительного пункта в виртуальной среде.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ДВУХФАЗНОГО ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

К. А. Светличный, С. М. Страковский, М. В. Толконица

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Шаповалов

В последнее время сохраняется тенденция к оптимизации массогабаритных характеристик теплообменного оборудования и повышения эффективности различных теплоиспользующих установок энергетики и промышленности. Применение устройств, работающих по замкнутому циклу с использованием двухфазного теплоносителя, позволяет решить данную задачу. Такие устройства [1], [2] получают распространение благодаря определенным преимуществам, таким как автономность работы, отсутствие насосов для перекачки теплоносителя, высокая интенсивность рабочих процессов.

Целью данной работы является разработка методики проведения исследования работы двухфазных теплопередающих устройств.

Для исследования процессов, протекающих в полости термосифона, на кафедре «Промышленная теплоэнергетика и экология» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» создан экспериментальный стенд, представленный на рис. 1. Подробное описание стенда представлено в работе [3].

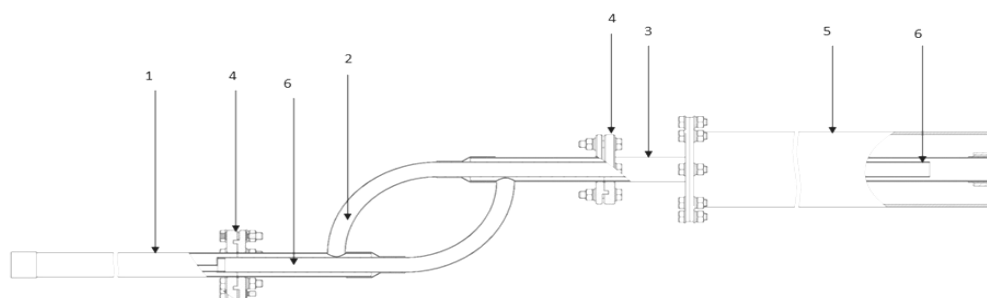


Рис. 1. Пародинамический термосифон:
 1 – нагреватель; 2 – транспортная зона; 3 – конденсатор;
 4 – фланец; 5 – кожух охлаждения; 6 – внутренние трубки

При модернизации стенда рабочий участок был переработан для получения возможности демонтажа переходной зоны термосифона и внутренних циркуляционных вставок в испарителе и конденсаторе.

Для регистрации температуры насыщения и давления внутри устройства был подобран и установлен манометр. Манометр подбирался для обеспечения диапазона измерения давления при работе термосифона с различными теплоносителями и при температурах, превышающих 100 °С.

В конструкцию термосифона, в торец трубы конденсатора, был добавлен дополнительный штуцер для облегчения заправки и стравливания неконденсирующихся газов из внутренней полости устройства.

На рис. 2 представлена классическая конструкция термосифона, собранная из компонентов пародинамического термосифона. Зона испарения и конденсации выполнены из медной трубы внешним диаметром 35 мм и толщиной стенки 1,5 мм. Соединение зоны испарителя и зоны конденсации производится в транспортной зоне с помощью фланцев. В торце зоны конденсации находится штуцер, с помощью которого заправляется термосифон и удаляются неконденсирующиеся газы, которые препятствуют качественной работе устройства.

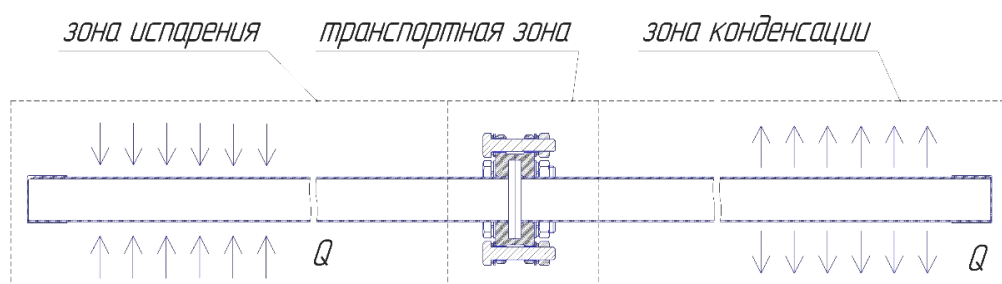


Рис. 2. Классический термосифон

На рис. 3 и 4 показано возможное размещение термосифона на экспериментальном стенде относительно горизонтального положения.

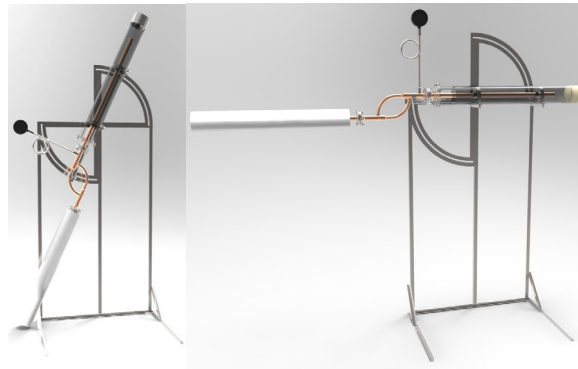


Рис. 3. Размещение на стенде пародинамического термосифона



Рис. 4. Размещение на стенде классического термосифона

Для регистрации давления и температуры насыщения применялся манометр МП100МС5-1-1,6 МПа с классом точности 1,5. Для предотвращения влияния высоких температур на измерительные элементы манометра перед ним установлена термосифонная трубка.

Методика проведения опытов заключалась в ступенчатом увеличении подводимого теплового потока к испарителю термосифона с определенным интервалом между приращениями тепловой нагрузки для стабилизации изменяющихся параметров. Охлаждение зоны конденсации производилось вентилятором в кожухе кольцевого канала при переменном расходе воздуха. Кипение в испарителе пародинамического термосифона происходило в щелевом кольцевом канале между трубами $35 \times 1,5$ и $26 \times 1,5$, в классическом термосифоне – в трубах испарителя и конденсатора.

Была проведена серия экспериментальных исследований работы термосифона без внутренних циркуляционных вставок и пародинамического термосифона с кольцевыми мини-каналами в испарителе и конденсаторе и вынесенной переходной зоной при изменении различных параметров. В процессе экспериментов изменялись подводимая к термосифону тепловая нагрузка, степень заправки устройства теплоносителем и положение термосифона в пространстве. В качестве теплоносителей были выбраны дистиллированная вода, этиловый спирт и озонобезопасный хладагент R134a.

Условия проводимых экспериментов: объем заправляемой рабочей жидкости (воды и этилового спирта) – 250 мл (1/4 объема испарителя), 500 мл (1/2 объема испарителя), 750 мл (3/4 объема испарителя); угол наклона термосифона относительно

горизонтальной плоскости – 0° ; 30° ; 40° ; подводимая тепловая нагрузка к испарителю: от 148,5 до 490,5 Вт (от 1642 до 5423 Вт/м²); эксперименты с фреоном R134a – от 21,5 до 238 Вт (238,9–2643,3 Вт/м²).

На основании анализа полученных экспериментальных данных температура стенки при угле наклона термосифона к горизонту 0° меньше, чем при других углах наклона. Наиболее наглядно это видно при уровне заправки 250 мл. Можно предположить, что при горизонтальном положении устройства область испарения омывается по всей длине более равномерно и нет сильных перегревов стенки на отдельных участках испарителя термосифона. При объемах заправки термосифона 500 и 750 мл это мало заметно, так как при изменении углов жидкость занимает более половины объема испарителя и не дает перегреваться стенке испарителя.

При проведении экспериментов было установлено, что влияние угла наклона термосифона относительно горизонтальной плоскости на его работу проявляется только при заправке устройства водой (объем 500 мл) в интервале подводимых тепловых нагрузок до 350 Вт. При увеличении угла наклона установлено незначительное увеличение интенсивности теплообмена как в зоне испарения, так и в зоне конденсации.

Литература

1. Контурный термосифон 11256 U / В. В. Мазюк, П. С. Анчевский ; опубл. 17.06.2016.
2. Двухфазный термосифон RU 2629646 C1 / Г. В. Кузнецов, К. О. Пономарев, Д. В. Феоктистов, Е. Г. Орлова ; опубл. 30.08.2017.
3. Исследования работы эффективных теплопередающих термосифонных систем : отчет о НИР (заключ.) / ГГТУ им. П. О. Сухого ; рук. темы А. В. Шаповалов. – М., 2018. – 168 с. – № ГР 20162285.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

С. Е. Серов, В. А. Павлюк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Несинусоидальные токи в цепях возникают при наличии в цепи нелинейных элементов. Значительные искажения синусоиды приводят к нежелательным последствиям: к возникновению резонансов, которые приводят к опасным для изоляции пиковым повышением напряжения; к дополнительным потерям электроэнергии, к помехам, возникающим в линиях связи.

При измерении используют приборы различных измерительных систем, показания которых могут дать неверные результаты. Неправильный выбор системы прибора для измерений, неверное толкование его показателей может привести к заниженным измерениям по отношению к реальным значениям токов и, как следствие, неверному выбору номиналов кабелей и защитных устройств. Задача измерения показателей несинусоидальных напряжений возникает и при выполнении лабораторных работ.

Рассмотрим на конкретных примерах способы расчета показателей несинусоидального напряжения и выбор приборов для их измерения.

Пример 1. На вход двухполюсника подключаются несинусоидальные сигналы, формы которых отличаются только знаком перед третьей гармоникой:

$$A) u(t) = 10 + 100\sqrt{2} \sin \omega t + 50\sqrt{2} \sin 2\omega t + 40\sqrt{2} \sin 3\omega t, \text{ В};$$

$$B) u(t) = 10 + 100\sqrt{2} \sin \omega t - 50\sqrt{2} \sin 2\omega t - 40\sqrt{2} \sin 3\omega t, \text{ В}.$$

Были рассчитаны показания вольтметров для трех случаев.

Прибор электромагнитной системы, показывающий действующее значение:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}.$$

Прибор электронной системы с открытым входом, реагирующий на среднее по модулю значение напряжения:

$$U_v = 1,11U_{cp}.$$

Прибор электронной системы с закрытым входом, реагирующий на среднее по модулю значение без постоянной составляющей:

$$U_v = 1,11(U_{cp} - U_0).$$

Действующее значение сигнала $U_d = 119,2$ В. Сравним его с показаниями приборов (см. таблицу).

Электромагнитный прибор показывает действующее значение. Показание оказалось одинаковым для случая А) и В), так как действующее значение не зависит от начальных фаз гармоник. Приборы электронной системы дают заниженные по отношению к действующему значению показания, причем для прибора с открытым входом показание составляет 0,95 от действующего, а с закрытым входом только 0,72.

Разница показаний электронных приборов одного типа для случая А и В объясняется тем, что среднее по модулю значение зависит от начальных фаз гармоник.

| Значение | | Прибор | | |
|----------|-------------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | электромагнитный | электронной системы с открытым входом | электронной системы с закрытым входом |
| А | Измеренное значение (В) | 119,2 | 124,43 | 113,3 |
| | Расхождение, % | 0 | 4,3 | 4,5 |
| Б | Измеренное значение (В) | 119,2 | 97,8 | 86,7 |
| | Расхождение, % | 0 | 17,9 | 27,2 |

Наибольшее отклонение от действующего значения дает прибор электронной системы с закрытым входом.

Если известен коэффициент формы измеряемого напряжения, то показание электронного вольтметра, реагирующего, например, на средневыпрямленное напряжение, можно пересчитать к действующему:

$$U_v = \frac{U_{шк}}{C} = \frac{U_{шк}}{K_\Phi}. \quad (1)$$

Если известна форма кривой измеряемого напряжения или его $K_{\phi x}$, то среднеквадратическое значение измеряемого напряжения можно определить следующим образом:

$$U_{\text{ск}} = U_{\text{ср.в}} K_{\phi x} = \frac{K_{\phi x}}{K_{\phi}} U_{\text{шк}}. \quad (2)$$

Покажем это на конкретном примере.

Эксперимент. Рассмотрим сигнал, осциллограмма которого изображена на рис. 1.

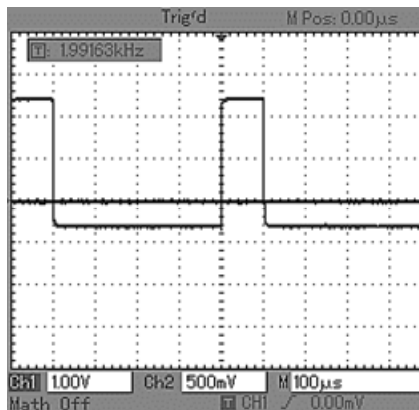


Рис. 1. Экспериментальная осциллограмма

Средневыпрямленное рассчитывается как среднее по модулю за период:

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |U_{(k)}| = 0,94 \text{ В}. \quad (3)$$

Действующее значение напряжения:

$$U_v = \sqrt{\frac{1}{2T} \int_0^T u^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N U^2} = 1,16 \text{ В}. \quad (4)$$

Коэффициент формы несинусоидального сигнала:

$$K_{\phi} = \frac{U}{U_{\text{ср}}} = \frac{1,16}{0,94} = 1,234. \quad (5)$$

Электромагнитный прибор показал напряжение $U_d = 1,05 \text{ В}$. Найдем среднее значение напряжения, поделив показания прибора на коэффициент формы синусоидального напряжения $K_{\text{sin}} = 1,11$:

$$U_{\text{ср}} = \frac{U_d}{K_{\text{sin}}} = \frac{1,05}{1,11} = 0,946 \text{ В}. \quad (6)$$

Найдем действующее значение напряжения с учетом коэффициента формы, по формуле

$$U_{\text{дк}} = U_{\text{ср}} K_{\text{ф}} = 0,9 \cdot 1,234 = 1,167 \text{ В.} \quad (7)$$

Относительная погрешность измерения напряжения несинусоидальной формы электромагнитным прибором:

$$\eta = \frac{U_v - U_d}{U_v} 100 \% = \frac{1,16 - 1,167}{1,16} 100 \% = 0,6 \%. \quad (8)$$

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Значение показателя несинусоидального напряжения, измеренного выпрямительными приборами, оказывается ниже действующего значения напряжения. Опасность заниженных показателей состоит в неправильном выборе допустимых сечений проводов, что приводит к аварийным режимам за счет их перегрева.

2. Зная коэффициент формы измеряемого напряжения, значение показателя, найденного по выпрямительному прибору, можно пересчитать к действующему.

Л и т е р а т у р а

1. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы : учеб. и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 201 с. – (Сер. Специалист).
2. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по техн. и технолог. специальностям / В. Ф. Пелевин. – Минск : Новое знание, 2013.
3. Соломахо, В. Л. Нормирование точности и технические измерения : учебник / В. Л. Соломахо, Б. В. Цитович, С. С. Соколовский. – Минск : Выш. шк., 2015. – 367 с.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

С. Ф. Сницаренко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Широков

Наработка электрооборудования на отказ зависит от внешних и внутренних возмущающих факторов; природа первых не зависит от свойств электрооборудования, вторых – обусловлена его свойствами. В качестве основных параметров математической модели надежности функционирования оборудования можно использовать наработку на отказ и среднее время восстановления, что позволяет охарактеризовать безотказность и долговечность оборудования. Такой подход к оценке вероятности отказа элементов реализуется с учетом статистической информации о различных типах отказов, полученных в результате обследований. Значения результирующей вероятности безотказной работы и интенсивности отказов системы с учетом эксплуатации и без нее различны в несколько раз. Это является, как правило, следствием сделанных при ориентировочных расчетах допущений: анализируемая система, как правило, структурно является последовательной; условия эксплуатации не учитываются; отказы элементов независимы; модели отказов любых элементов полагаются экспоненциальными.

Целью данной работы является решение актуальной научно-технической проблемы: разработка эффективных методов и средств анализа надежности сложных электрических систем (СЭС) сетей 0,4 кВ.

Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи: разработан метод имитационного моделирования надежности СЭС; разработан программный инструмент имитационного моделирования, обеспечивающий реализацию метода.

Математическая модель, позволяющая определить параметры надежности различных сложных электрических систем, реализована с применением метода Монте-Карло. В имитационной модели могут быть реализованы произвольные вероятностные закономерности надежности свойств элементов и воздействий на систему. Поэтому имитационное моделирование – это наиболее универсальный метод исследования надежности систем.

Другими достоинствами имитационного моделирования является возможность:

- визуального наблюдения за процессом функционирования системы в течение некоторого времени;
- реализация и сравнение различных вариантов СЭС, отвечающих различным сторонам функционирования и возможным структурным преобразованиям;
- имитация большого числа отказов аппаратных и программных средств, что практически неосуществимо при натурных испытаниях;
- создание во время испытаний множества различных технологических ситуаций;
- проведение испытания модели системы в ускоренном или замедленном машинном времени.

При создании имитационной модели СЭС реализованы следующие возможности:

- легкая вариативность структуры исследуемой СЭС и возможности ее модификации;
- различные режимы функционирования системы и их характеристики;
- условия, накладываемые на зависимость отказов элементов;
- использование имитационной модели в качестве тренажера для отработки навыков принятия технических и управленческих решений.

Ограничения имитационного моделирования:

- не предоставляется непосредственное решение задачи (как при использовании аналитических методов). Имитационная модель служит лишь средством для анализа поведения системы в условиях, определяемых экспериментатором;
- результаты имитационного моделирования зачастую носят вероятностный характер и требуют применения многочисленных методов статистического анализа данных;
- имитационная модель, как любая компьютерная программа, требует верификации – проверки соответствия фактического алгоритма функционирования имитационной модели замыслу исследования;
- задача проверки адекватности (характерная для любой модели) в имитационном моделировании стоит наиболее остро, что связано с вероятностным характером результатов моделирования;
- имитационное моделирование высоконадежных систем весьма ресурсоемко. Так, для подтверждения вероятности безотказной работы системы 0,99999 с доверительной вероятностью 0,995 необходимо не менее 529830 реализаций имитационной модели до отказа.

Основу имитационного моделирования составляет метод статистического моделирования (метод Монте-Карло). Использование имитационного моделирования для расчета надежности сложных технических систем основано на том, что процесс их функционирования представляется математической вероятностной моделью, от-

ражающей в реальном масштабе времени все события (отказы, восстановления), происходящие в системе. С помощью такой модели программными средствами многократно моделируется процесс функционирования системы, и по полученным результатам определяются искомые статистические характеристики этого процесса, являющиеся показателями надежности.

Применение методов имитационного моделирования позволяет учитывать зависимые отказы, произвольные законы распределения случайных величин и другие факторы, влияющие на надежность. Однако эти методы, как и любые другие численные методы, дают лишь частное решение поставленной задачи, соответствующее конкретным (частным) исходным данным, не позволяя получить показатели надежности в функции времени. Поэтому для проведения всестороннего анализа надежности приходится многократно моделировать процесс функционирования системы с разными исходными данными. В нашем случае – это прежде всего различная структура электрической СЭС, различные значения вероятностей отказа и длительностей безотказной работы, которые могут изменяться в процессе эксплуатации системы, и другие показатели функционирования.

Время счета показателей надежности методом имитационного моделирования зависит от полного числа опытов N , числа рассматриваемых состояний СЭС, числа элементов в ней. Анализ сформированных состояний производится на протяжении всего рассматриваемого интервала времени T .

Программа расчета показателей надежности состоит из главной части и отдельных логически самостоятельных блоков-подпрограмм. В главной части в соответствии с общей логической последовательностью расчета происходят обращения к подпрограммам специального назначения, расчет показателей надежности по известным формулам и анализ статистических результатов.

Программный инструментариум реализован в виде Web-приложения (рис. 1) и отдельной программой для персонального компьютера.

Основные преимущества разработанного программного инструментариума заключаются в отсутствии необходимости установки большого числа специализированных программ; наличии широкой встроенной базы данных справочно-информационной поддержки, включающую современную обширную теоретическо-образовательную, нормативную и справочную информацию; гибкость программ расчета к различным исходным данным; возможность «усредненного» расчета или подбор наиболее вероятных параметров.

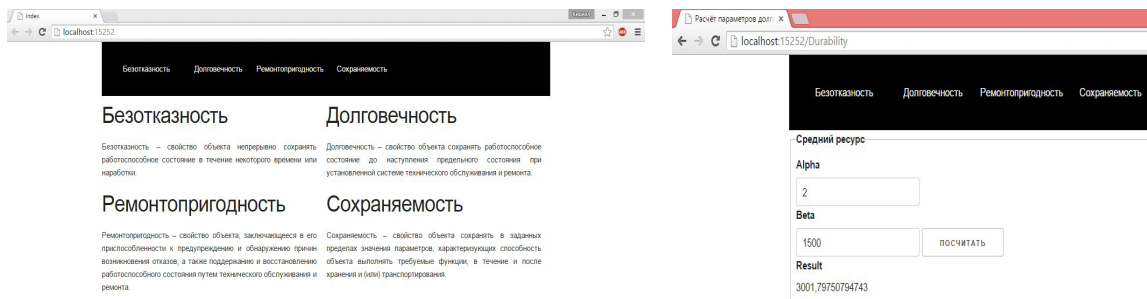


Рис. 1. Пример реализации Web-приложения расчета параметров надежности

Используемые технологии и средства при реализации Web-приложения:

1. Фреймворк ASP.NET MVC.

2. Шаблон MVC – это конструкционный шаблон, который описывает способ построения структуры приложения, сферы ответственности и взаимодействие каждой из частей в данной структуре.

3. Средства создания интерфейса взаимодействия с пользователем: Razor – интеллектуальный обработчик программного кода динамических Web-страниц на ASP.NET. Имеет простой, интуитивно понятный синтаксис встраивания программного кода в Web-страницы. Для визуализации данных проведенных расчетов была использована библиотека Chart.js. Данная библиотека позволяет строить адаптивные графики на основе HTML5 Canvas-элемента.

4. Технология доступа к данным Entity Framework – объектно-ориентированная технология доступа к данным, является object-relational mapping решением для .NET Framework от Microsoft.

Практическое применение данного программного инструментария заключается в оптимизации технических решений по обеспечению надежности при проектировании и эксплуатации электротехнического оборудования, установок, систем.

Литература

1. Жаднов, В. В. Современные проблемы автоматизации расчетов надежности / В. В. Жаднов, И. В. Жаднов, С. Н. Полесский // Надежность. – 2007. – № 2 (21). – С. 3–12.
2. Основы имитационного и статистического моделирования : учеб. пособие / Ю. С. Харин [и др.] ; под ред. Ю. С. Харина. – Минск : Дизайн, 1997. – 288 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОТЛОАГРЕГАТОВ КОТЕЛЬНОЙ КЖУП «ГОМЕЛЬСКИЙ РАЙЖИЛКОМХОЗ»

А. Г. Снегирева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Новиков

В современных условиях энергоресурсы составляют основу жизнедеятельности человека в любой сфере производства и потребления. В связи с повышением потребности в энергоресурсах и заметном росте цен на энергетические ресурсы возникает необходимость проведения активной политики в области энергосбережения и разработке мероприятий по повышению энергоэффективности.

Важнейшим фактором, влияющим на энергоэффективность котельной, является ее КПД, т. е. количество тепла, произведенное с использованием единицы энергоресурса. Поэтому главный вопрос в работе котельной состоит в максимизации КПД котельной. Но в каждый момент времени теплопотребителям требуется разное количество тепла, поэтому следующей основной задачей энергоэффективности котельных является обеспечение именно необходимого количества тепла, т. е. минимизация эффекта «перетопа». Существенное влияние на общий расход топлива котельной оказывает распределение общей нагрузки между установленными котлами и выбор числа работающих котлов для покрытия заданного графика нагрузок.

Целью исследования является повышение энергоэффективности котельной, расположенной в населенном пункте Прибор путем оптимизации режимов работы котлоагрегатов. В связи с этим стоят задачи: провести анализ характеристик и режимов работы котлоагрегатов, а также разработать методику распределения нагрузки между несколькими одновременно работающими котлами.

Был проведен обзор литературы по существующим методам распределения общей нагрузки между котельными агрегатами. К основным методам относятся: метод равенства относительных приростов топлива, метод поддержания наибольшего КПД; метод загрузки котлоагрегатов пропорционально их номинальной производительности.

Для исследования режимов работы котлов были использованы режимные карты котлоагрегатов. Для получения их выполнялись режимно-наладочные испытания. Наладочные испытания могут проводиться только специально обученным персоналом.

Перед проведением режимно-наладочных работ был произведен внешний и внутренний осмотр котлов и вспомогательного оборудования. Были выбраны три нагрузки котлов: минимальная нагрузка определяется из условий минимально-устойчивого горения и минимально допустимой нагрузки с точки зрения надежности циркуляции воды в котле; промежуточная нагрузка; максимальная нагрузка соответствует максимально-допустимой нагрузке. Затем была составлена схема измерений, на которой указываются точки измерений параметров.

Далее следует проведение прикидочных опытов, которые проводятся с целью выявления общей картины работы котлоагрегата. В ходе проведения прикидочных опытов выполняется проверка работы контрольно-измерительных приборов, тарировка сечений по анализу газов, скоростям и температуре; определяется оптимальный режим горения, возможные пределы регулирования для обеспечения надежной и экономичной работы котлоагрегатов; определяются дефекты в элементах оборудования.

Затем были выполнены основные опыты, которые проводятся с целью определения потерь тепла, КПД котлоагрегата на различных нагрузках с ранее выявленными оптимальными режимами работы. Продолжительность основного опыта составила более двух часов.

Далее следует стадия обработки материалов испытаний, которая включает в себя составление характеристик опытов; составление теплового баланса котлоагрегата; построение графиков основных зависимостей; технико-экономический расчет экономии топлива.

На основании данных, полученных в ходе составления режимных карт, можно разрабатывать мероприятия по повышению энергоэффективности работы основного и вспомогательного оборудования котельной. Так, было рассмотрено мероприятие по распределению общей нагрузки между котельными агрегатами методом поддержания наибольшего КПД. Этот метод заключается в том, что сначала загружаются экономичные котлы до их номинальной производительности, а затем последовательно менее экономичные. Также необходимо учитывать, что при растопке котлов происходит дополнительный расход топлива.

Для анализа параметров работы использовалась компьютерная программа Excel. Была рассмотрена наиболее оптимальная последовательность включения котлов в работу с целью максимизации КПД котельной. В результате была построена диаграмма, которая отражает последовательность включения котлов в работу, нагрузку каждого котла и суммарную нагрузку котельной.

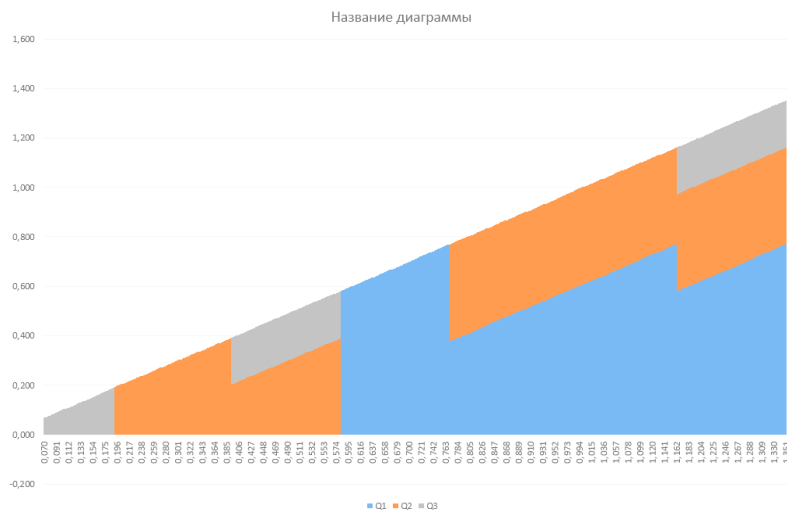


Рис. 1

С помощью полученной диаграммы обслуживающий персонал сможет с легкостью определить количество котлов, необходимых для покрытия графика нагрузок, а также загрузку каждого котла.

РАЗРУШАЮЩИЕ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6–10 кВ

Ф. В. Стелькин

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель М. А. Короткевич

В настоящее время бесперебойная работа систем электроснабжения промышленных предприятий, транспорта, сельского, коммунального и других отраслей хозяйства напрямую зависит от надежной работы силовых кабельных линий различных классов напряжения. В Республике Беларусь силовые кабели на номинальное напряжение 6–10 кВ имеют следующее исполнение: с пропитанной бумажной изоляцией (наиболее массовый вид продукции); с пластмассовой изоляцией; с резиновой изоляцией. В процессе эксплуатации силовые кабельные линии (КЛ) подвергаются: комплексному воздействию электрического и теплового полей; увлажнению изоляции; механическому старению [3].

Оценка состояния изоляции кабельных линий является основой для принятия решений по продолжению эксплуатации, ремонта или замены кабельных линий. Для определения состояния изоляции силовых кабелей в условиях эксплуатации применяются следующие методы диагностики: разрушающие (традиционные) и неразрушающие. Исходя из приведенных диагностик, основной целью является выбор оптимальной методики оценки, которая позволила бы определять состояние изоляции кабельных линий с достаточной точностью и информативностью. Рассмотрим более подробно каждый метод [2].

Разрушающие методы диагностики – это методы, основанные на испытании изоляции кабельных линий повышенным напряжением, позволяющие получить информацию о текущем состоянии изоляции кабельных линий, но не гарантируют последующую безаварийную работу.

К данным методам относятся: испытание повышенным выпрямленным напряжением, испытание повышенным напряжением промышленной частоты, испытание повышенным напряжением сверхнизкой частоты, испытание повышенным импульсным напряжением. При использовании приведенных методов изоляция кабельных линий подвергается пятикратному воздействию испытательного напряжения, относительно номинального напряжения сети, что в большинстве случаев ведет к сокращению срока службы.

Неразрушающие методы диагностики – это методы, основанные на периодическом измерении параметрических характеристик изоляции, они позволяют не только получать информацию о текущем состоянии изоляции кабелей, но и могут быть использованы для прогнозирования остаточного срока службы длительно эксплуатируемых кабелей. К неразрушающим методам относятся: метод измерения частичных разрядов, измерение диэлектрических потерь изоляции ($\text{tg } \varphi$), тепловизионный контроль, метод возвратного напряжения [3].

Важнейшей особенностью данных методов является менее губительное воздействие на изоляцию по сравнению с методами разрушающего контроля, а также повышение информативности контроля за счет непрерывного анализа данных различных электрических параметров изоляции кабельных линий. К примеру, методы возвратного напряжения и измерения тангенса угла диэлектрических потерь позволяют определить общее состояние изоляции и спрогнозировать остаточный ресурс кабельных линий.

Значение тангенса угла диэлектрических потерь определяются по формуле 1 [1]:

$$\text{tg } \varphi = \frac{I_R}{I_c}, \quad (1)$$

где I_R – активная составляющая полного тока, мА; I_c – реактивная составляющая полного тока, мА.

Согласно формуле (1) при увеличении активной составляющей тока значение угла возрастает за счет дополнительных потерь на ионизацию. Исходя из этого можно определить, что методом тангенса угла диэлектрических потерь возможно получить только общую оценку состояния изоляции кабельной линии, но сосредоточенных дефектных мест определить невозможно.

Метод измерения частичных разрядов – это метод, при котором искровой разряд очень малой мощности образуется внутри изоляции, или на ее поверхности, в оборудовании среднего и высокого напряжения. С течением времени периодически повторяющиеся частичные разряды разрушают изоляцию, приводя в конечном итоге к ее пробое. Обычно разрушение изоляции под действием частичных разрядов происходит в течение многих месяцев и даже лет. Регистрация частичных разрядов, оценка их мощности и интенсивности, а также локализация места их возникновения позволяет своевременно выявить развивающиеся повреждения изоляции и принять необходимые меры для их устранения. Распределение интенсивности частичных разрядов на участке кабельной линии представлено на рис. 1.

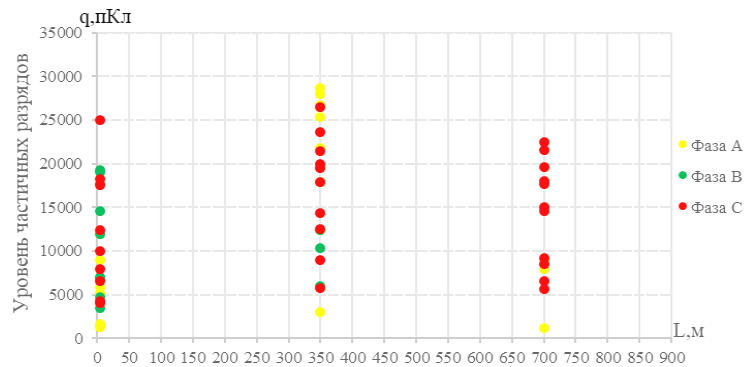


Рис. 1. Диаграмма частичных разрядов при диагностике кабеля

Анализируя диаграмму, приведенную на рис. 1, можно сформировать вывод: благодаря данной методике оценки состояния изоляции кабельной линии удалось более точно определить участки с дефектами. На расстоянии 2 м от протяженности кабельной линии замечается интенсивность частичных разрядов по всем трем фазам, но с большей величиной в фазе «С». Это свидетельствует о возможном появлении дефекта в концевой муфте кабельной линии. На расстояниях 350 и 700 м также можно увидеть частичные разряды. На этих участках возможны дефекты в самой изоляции, а также в соединительных муфтах, уточнение которых возможно по трассировке кабельной линии.

Наилучшим вариантом оценки состояния изоляции кабельной линии и его остаточного ресурса является получение суммарной информации при различных видах диагностики методом неразрушающего контроля, но с точки зрения эксплуатации самым оптимальным является метод частичных разрядов, позволяющий с достаточной точностью определить место дефекта и предпринять все соответствующие меры по его устранению.

Литература

1. Короткевич, М. А. Эксплуатация электрических сетей : учебник / М. А. Короткевич. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Выш. шк., 2014. – 350 ил.
2. Леонов, В. М. Основы кабельной техники : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. М. Леонов. – 2006. – 432 с.
3. Хальясмаа, А. И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций : учеб. пособие / А. И. Хальясмаа. – 2015. – 64 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

А. А. Чигринец

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Современный мир невозможно представить без электроэнергии и устройств, потребляющих ее в процессе своей работы. Более половины всей электроэнергии, вырабатываемой во всем мире используется в промышленности, поэтому системы энерго-снабжения всех стран должны обеспечивать непрерывную и бесперебойную рабо-

ту всех устройств и агрегатов, используемых при ее производстве. Одной из основных задач является поддержание резервных электрогенераторов в работоспособном состоянии.

Для обеспечения высокой степени готовности к работе резервных электрогенераторов (РЭГ), находящихся в холодном резерве, необходимо периодически проводить регламентные испытания под нагрузкой. Требования к проведению таких испытаний определяются соответствующими ГОСТами и техническими условиями эксплуатации РЭГ. На практике испытания под нагрузкой в настоящее время проводятся в основном двумя способами [1]–[3]:

- нагружение через параллельную работу РЭГ с сетью;
- нагружение РЭГ на специальное нагрузочное устройство.

Однако в настоящее время для большинства резервных электрогенераторов Республики Беларусь регламентные испытания под нагрузкой практически не выполняются. Это обусловлено техническими и организационными трудностями реализации нагрузки с заданными параметрами. Испытания проводятся на холостом ходу или, в лучшем случае, при нагружении на реостат [4].

Проведение таких упрощенных испытаний не позволяет в полной мере оценить степень готовности резервных электрогенераторов к работе, что приводит к преждевременному выходу из строя резервных систем электроснабжения, а также испытания являются весьма энергозатратными, что недопустимо при неизбежном сокращении энергоресурсов.

Поэтому для создания энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов, которое будет соответствовать всем техническим условиям использования испытуемого электрогенератора, а также позволит получить необходимые данные для наиболее полной оценки готовности к работе резервных электрогенераторов, предлагается использовать имитационное моделирование на начальных стадиях проектирования.

Для решения этих задач необходимо разработать имитационную модель энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов, позволяющую определять и анализировать его основные параметры и характеристики.

Имитационное моделирование на ЭВМ представляет собой метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему. С этой моделью проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества с различными начальными условиями. По полученным данным можно будет с высокой точностью определить требуемые параметры энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов.

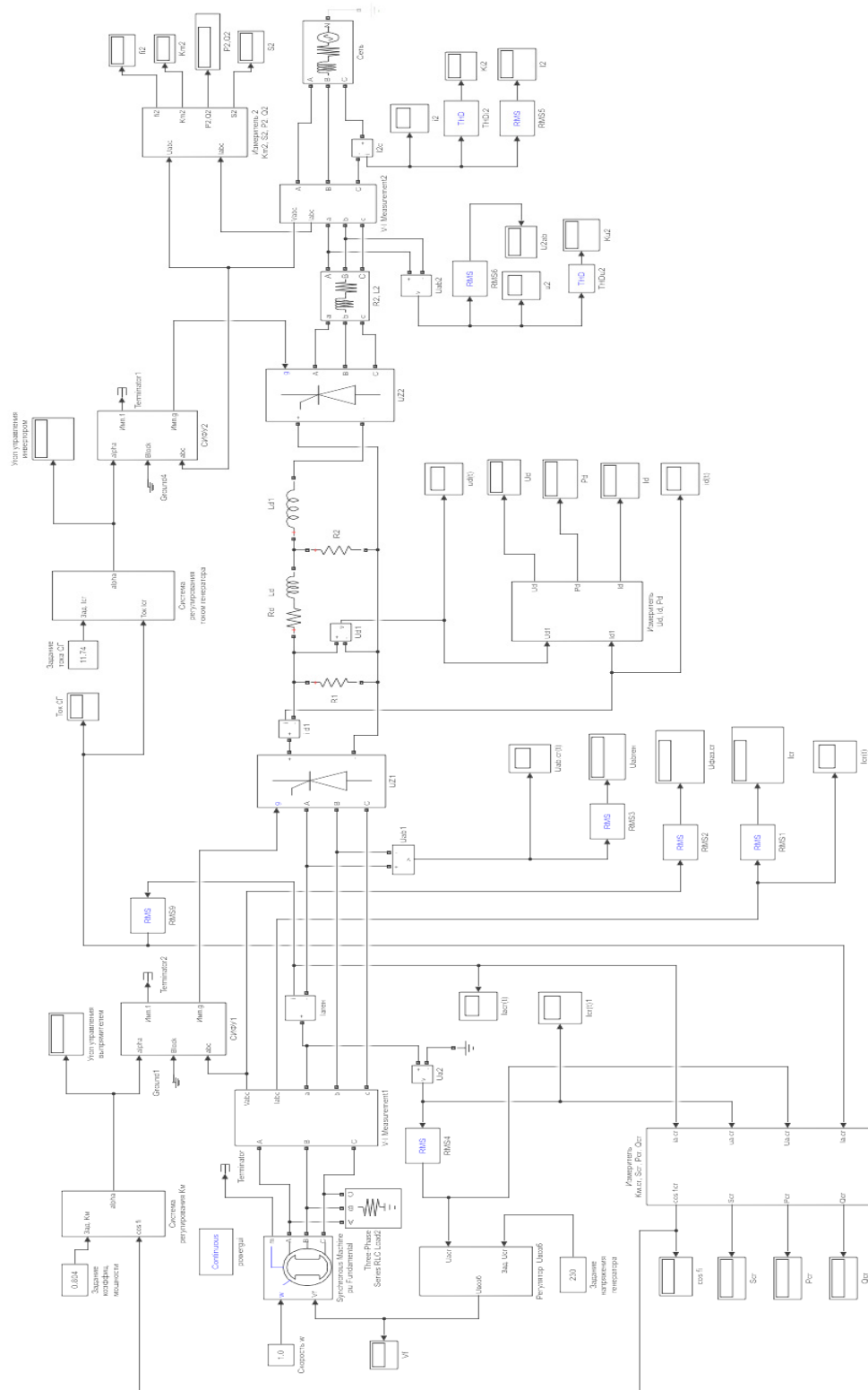


Рис. 1. Имитационная модель энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов

Для разработки имитационной модели энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов с регулированием нагрузки по величине и характеру необходимо рассмотреть и проанализировать основные параметры и особенности электрогенераторов для автономных систем и резервного электропитания. Определить и разработать функциональную и структурную схемы устройств нагружения.

Разрабатываемая имитационная модель при необходимости должна легко перепрограммироваться исходя из технических условий эксплуатации резервных электрогенераторов.

Для создания базовой имитационной модели использовалась прикладная программа MATLAB. С ее помощью можно создавать модели и приложения, разрабатывать алгоритмы, анализировать данные численных расчетов и производить визуализацию результатов. Все это позволит исследовать работу устройства на имитационной модели, выполнить анализ его энергетических показателей.

На рис. 1 представлена базовая имитационная модель энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов.

Устройство нагружения состоит из силовой части и системы управления. Основными элементами силовой части являются управляемый выпрямитель и ведомый инвертор, в качестве которых используются трехфазные мостовые схемы, тиристорные преобразователи. Для создания имитационной модели использовались как стандартные блоки библиотек пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink, так и вновь разработанные.

В состав модели (рис. 1) входят следующие основные блоки: – синхронный генератор SG, полупроводниковые преобразователи UZ1 и UZ2, системы импульсно-фазового управления SIFU1 и SIFU2, согласующий трансформатор Т, а также необходимые задающие и измерительные элементы.

Представленная имитационная модель позволяет производить исследование статических и динамических режимов работы устройства нагружения, анализировать параметры токов, напряжений, снимать и строить необходимые характеристики. В процессе имитационного моделирования приведенная схема, в зависимости от решаемой задачи, может дополняться и уточняться.

Использование имитационных моделей для выявления и оценки основных параметров и характеристик устройств нагружения позволит сократить сроки и затраты на разработку и создание таких устройств.

Л и т е р а т у р а

1. Алябьев, В. Н. Об испытаниях электроагрегатов по энергосберегающей технологии / В. Н. Алябьев, О. М. Рыбалкин, В. В. Шевяков. – Курск. политехн. ин-т. – Курск, 2011. – Деп. в ВИНТИ 10.03.2011, № 691.
2. Брускин, Д. Э. Электрические машины и микромашины : учеб. для электротехн. специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зохорович, В. С. Хвостов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 528 с.
3. Штерн, В. И. Дизель-генераторы переменного тока напряжение до 400 В / В. И. Штерн, А. А. Самойлов. – М. : Энергия, 1972. – 104 с.
4. Теоретические и экспериментальные исследования энергосберегающих устройств поверочного нагружения резервных электрогенераторов с регулированием нагрузки по величине и характеру : отчет о НИР (заключ.) / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; рук. М. Н. Погуляев. – Гомель, 2017. – 90 с. – № ГР 20162378.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д. С. Шелестов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Широков

На сегодняшний день современными инженерами-энергетиками решается множество задач, начиная от выбора подходящего трансформатора и заканчивая достаточно объемными расчетами, связанными с управлением электроподреблением.

Ни для кого не секрет, что такое количество задач требует определенного количества времени и сотрудников, которое нужно выделить для этого.

Современные тенденции во всех отраслях науки и техники движутся к полной или же частичной автоматизации некоторых шаблонных задач. Энергетика не исключение. Чертежи сложных систем электроснабжения выполняются с помощью программных средств, учет электроэнергии осуществляется с помощью автоматических систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) и т. д.

Задачей проекта является автоматизация расчетов, связанных с выбором различного энергетического оборудования, такого как электродвигатели, автоматические выключатели, электрические кабели и т. д., с использованием программного приложения, которое нацелено для быстрого и точного решения таких задач.

Работу приложения рассмотрим на примере выбора электродвигателей.

Разработка приложения начинается с построения архитектуры базы данных, в которой будет храниться информация о двигателях, а приложение в свою очередь будет их интерпретировать удобным для пользователя образом.

| Код электродвигателя | Исполнение | Обороты в минуту | Тип электродвигателя | Мощность, кВт | КПД, % | Cosφ | Kп |
|----------------------|------------|------------------|----------------------|---------------|--------|------|----|
| 1 | Основное | 3000 | AIP 56 A2 | 0,18 | 65 | 0,78 | 5 |
| 2 | Основное | 3000 | AIP 56 B2 | 0,25 | 66 | 0,79 | 5 |
| 3 | Основное | 1500 | AIP 56 A4 | 0,12 | 57 | 0,66 | 5 |
| 4 | Основное | 1500 | AIP 56 B4 | 0,18 | 60 | 0,68 | 5 |
| 5 | Основное | 3000 | AIP 63 A2 | 0,37 | 72 | 0,84 | 5 |

Рис. 1. Пример базы данных электродвигателей

Архитектура базы данных представлена в виде связанных таблиц с использованием типа отношений «Один-ко-многим».

Далее можно приступить к созданию графического интерфейса приложения.

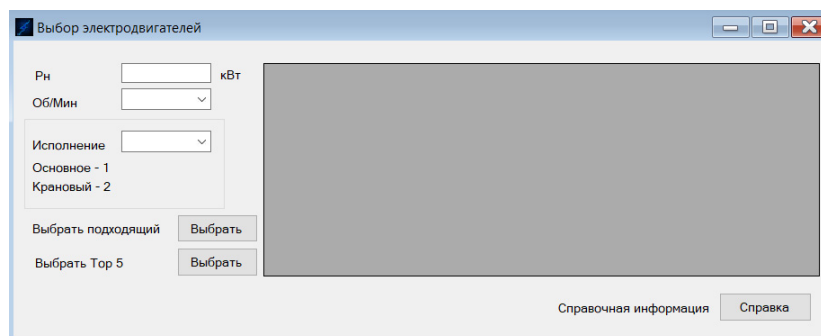


Рис. 2. Окно приложения выбора двигателей

В справке имеется доступ к полной базе данных и поисковая система для поиска информации по необходимому двигателю.

Далее следует программная реализация функционала в виде программного кода.

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Convert.ToSingle(textBox1.Text, new CultureInfo("en-US"));
    string Zпрос = @"SELECT TOP 1 Наименование, Мощность, КПД, Cosф,
Кп FROM Dvig WHERE Мощность >= " + textBox1.Text.Trim() + " AND Обороты = "
+ comboBox1.Text + " AND Исполнение = " + comboBox2.Text + " ORDER BY Мощность ASC";
    OleDbCommand command = new OleDbCommand(Zпрос, myConnection);
    OleDbDataReader reader = command.ExecuteReader();
    OleDbDataAdapter da = new OleDbDataAdapter(Zпрос, myConnection);
    DataSet ds = new DataSet();
    da.Fill(ds);
    dataGridView1.DataSource = ds.Tables[0];
    this.dataGridView1.Visible = true;
}
```

Рис. 3. Реализация одного из обработчиков событий в виде программного кода

В результате мы получим следующий программный модуль.

| Наименование | Мощность | КПД | Cosф | Кп |
|--------------|----------|-----|------|----|
| АИР 12 | 20 | 60 | 0,8 | 5 |
| АИР 13 | 30 | 60 | 0,8 | 5 |
| АИР 14 | 40 | 60 | 0,8 | 5 |
| АИР 15 | 50 | 60 | 0,8 | 5 |

Рис. 4. Окно демонстрации работы приложения

Для более удобного проведения тестов была создана отдельная база данных, в которой наиболее удобно формировать тестовые случаи.

Выбор другого оборудования во многом идентичен рассмотренному примеру. Исключением являются разделы, в которых нельзя задать данные для выбора напрямую через приложение.

Ярким примером является алгоритм выбора электрических кабелей, где сначала производится расчет сечения по экономической плотности тока, а после из вычисленного значения производится выборка из базы данных.

Далее по полученному значению осуществляется выборка подходящего кабеля, а также необходимые проверки ($I_{утяж}$, термическая стойкость).

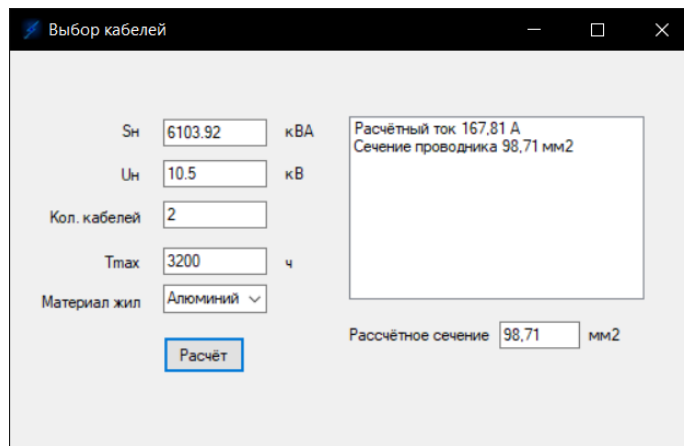


Рис. 5. Окно демонстрации работы части приложения по выбору кабелей

Заключение. Для создания приложения используется среда разработки Microsoft Visual Studio 2017 с помощью языка программирования C#(C Sharp) с использованием Windows Forms – интерфейса, являющегося частью Microsoft .NET Framework, который позволяет связать программную часть приложения с ее графическим интерфейсом. Также в качестве базы данных будет выступать СУБД Microsoft Access.

Данный программный модуль позволит: выполнять расчеты с использованием удобного графического интерфейса; повысить точность расчетов; обеспечить пользователя всей имеющейся информацией касательно выполняемой задачи.

В дальнейшем приложение не будет направлено лишь на выбор оборудования. Помимо выбора оборудования копилку функционала планируется пополнить расчетным разделом, в котором пользователь будет иметь возможность выполнять различного вида расчеты, например, такие как: расчет электрических нагрузок, расчет оптимальных реактивных нагрузок синхронных двигателей, различные задачи, связанные с качеством электроэнергии и др.

Также планируется реализовать большой справочный раздел по различным видам энергетического оборудования и т. д. для того, чтобы пользователь имел все необходимые формулы, справочники, статьи по темам, с которыми он работает, прямо внутри приложения.

Литература

1. Система поиска кабельной продукции. – Режим доступа: URL: <https://k-ps.ru/>.
2. Справочник электрослужбы. – Режим доступа: URL: <http://www.elektrikii.ru/publ/6-1-0-108>.
3. Асинхронные двигатели серии АИР – технические характеристики. – Режим доступа: URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1701-asinkhronnye-dvigateli-serijj-air-i-ais.html>.
4. Ус, А. Г. Электроснабжение промышленных предприятий : метод. указания к курсовому проектированию по разработке системы внутрицехового электроснабжения для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация электрооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / А. Г. Ус, В. В. Бахмутская. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 65 с.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДОИСТОЧНИКОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Шкробот

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Макеева

Добыча энергоресурсов, их переработка, а также производство энергии – это процессы, которые требуют очень много воды. Энергетический сектор является крупнейшим потребителем воды. Водные объекты, располагающиеся на территории Гомеля и Гомельской области, являются основными источниками воды в промышленной деятельности населения.

Цель данной работы: опытным путем определить показатели качества водоисточников г. Гомеля и Гомельской области: реки Сож, Днепр и Припять; провести сравнительный анализ основных показателей и их влияния на выбор схемы очистки.

В данной работе исследования проводились с пробами вод из крупных рек Гомеля и Гомельской области: Сож, Днепр и Припять.



Рис. 1. Исследуемые водоисточники г. Гомеля и Гомельской области

Основные характеристики водоисточников

| Название реки | Длина, км | Площадь водосбора, км ² | Средний расход воды, м ³ /сек | Средний уклон русла, % |
|---------------|-----------|------------------------------------|--|------------------------|
| Сож | 648 | 42100 | 219,0 | 0,17 |
| Днепр | 2285 | 504000 | 1670,0 | 0,08 |
| Припять | 775 | 12100 | 450,0 | 0,1 |

Длина реки Сож составляет 648 км, из них более 300 км – на территории Гомельской области. Река Сож является водоисточником для всех станций и котельных г. Гомеля.

Общая протяженность Днепра – 2285 км, в пределах Гомельской области – 400 км. Из реки Днепр осуществляется водозабор на «Жлобинскую мини-ТЭЦ».

Длина Припяти – 775 км, в пределах Гомельщины – около 350 км. Является водоисточником для «Мозырской ТЭЦ».

Исследования проводились с помощью водно-химической экспресс-лаборатории «ВХЭЛ» (рис. 2).



Рис. 2. Водно-химическая экспресс-лаборатория «ВХЭЛ»

Были определены основные показатели качества воды: водородный показатель, прозрачность и мутность, щелочность, общая жесткость, железо общее, содержание нитратов и хлоридов, содержание кислорода, фосфаты.

Водородный показатель рН характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т. д. В лаборатории был использован визуально-колориметрический метод определения.

Прозрачность столба пробы воды дает возможность приближенно оценить содержание в ней взвешенных веществ. Использованный метод – визуальный по шрифту (метод цилиндров).

Мутность – снижение прозрачности воды, вызываемое присутствием нерастворимых взвешенных примесей (глины, песка, почвы, ила). Данный показатель определяется по градуировочному графику, исходя из измеренной величины прозрачности.

Щелочность воды – показатель, характеризующий содержание в воде соединений, способных реагировать с водородными ионами. Определение щелочности воды основано на титровании растворенных в воде щелочных соединений кислотой в присутствии индикаторов, меняющих свою окраску в зависимости от реакции среды. Используемый метод – титриметрический.

Жесткость воды – мера содержания в воде растворенных солей кальция и магния. В основном их источником являются известняки и доломиты. Это важнейший показатель качества. Водоочистные мероприятия в первую очередь предназначены для снижения жесткости воды. Метод определения общей жесткости как суммарной массовой концентрации эквивалентов катионов кальция и магния – титриметрический.



Рис. 3. Опытное определение жесткости воды

Метод определения железа общего – визуально колориметрический, основан на образовании окрашенного в желто-оранжевый цвет комплексного соединения железа (III) с сульфосалициловой кислотой, с предварительным окислением присутствующего в воде двухвалентного железа до трехвалентного персульфата натрия.

Метод определения нитрат-анионов в воде основан на визуальном сравнении окраски пробы исследуемой воды с контрольной шкалой образцов окраски водных растворов с различным содержанием нитрат-анионов.

Метод определения содержания хлоридов – титриметрический, основан на реакции хлорид-анионов с нитратом серебра, в результате которой образуется суспензия практически нерастворимого хлорида серебра.

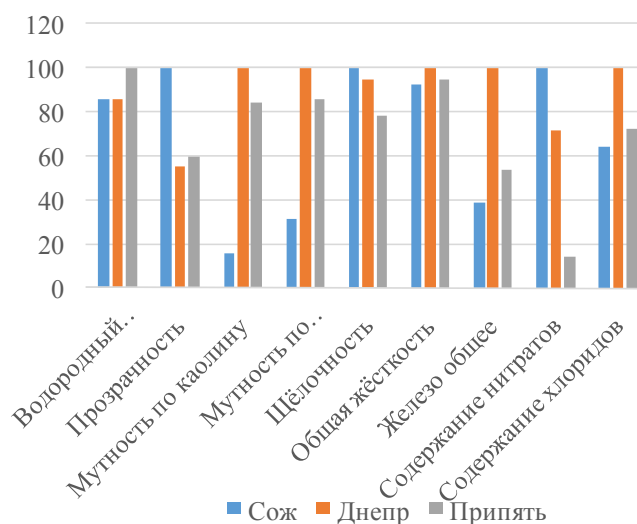


Рис. 4. Основные показатели качества рек Сож, Днепр, Припять

Можно сделать вывод о том, что значения большинства показателей в реке Днепр превышают показатели других рек. В соответствии с показателями качества воды могут быть подобраны рациональные технологические схемы водоочистки.

Выбор оптимальных схем очистки воды – достаточно сложная задача, что обусловлено многообразием находящихся в воде примесей и высокими требованиями, предъявленными к качеству очистки воды. При выборе способа очистки примесей

необходимо учитывать качественный состав воды. Действующие системы водоочистки не всегда соответствуют современному качеству исходной воды, так как показатели качества воды в поверхностных источниках обычно испытывают значительные колебания по сезонам года и по годам наблюдения.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ «ПЕРЕНОСНОГО АВР-0,4 кВ» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Д. А. Эгамов, Р. Узаков, З. У. Боихонов

*Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан*

Если учесть, что аварии и повреждения в электрических сетях происходят неожиданно и внезапно, а также приводят к непредсказуемым последствиям, бесперебойное электроснабжение потребителей всегда было актуальным. Большую роль играет бесперебойное электроснабжение объекта для проведения различных мероприятий и требует от нас всегда быть готовыми к авариям и повреждениям, которые происходят в электросетях. «Переносной АВР-0,4 кВ» дает позитивный эффект применения для бесперебойного электроснабжения объекта при проведении мероприятий. Необходимые электрические аппараты и оборудование для «Переносного АВР-0,4 кВ» монтируются в индивидуальный шкаф. При проведении мероприятий устанавливается «Переносной АВР-0,4 кВ» на время проведения мероприятия, после его окончания восстанавливают прежнюю схему объекта. При исчезновении напряжения на основной линии в связи с аварией необходимо быстро восстановить электроснабжение потребителей от резервного источника питания. Перевод потребителей с одной линии на другую требует последовательности выполнения операций по переключениям, в противном случае ожидается развитие аварии и приводит к несчастным случаям. Своевременное выполнение операций по переключениям возлагается на «Переносной АВР-0,4 кВ». При применении «Переносного АВР-0,4 кВ» имеются следующие преимущества:

1. При потере напряжения от основной линии потребитель быстро переводится на резервную линию для восстановления напряжения.
2. Для перевода потребителей с одной линии на другую не требуется оперативный персонал.
3. Не допускается развитие аварии, связанное с ошибочным переключением при переводе потребителей с одной линии на другую.
4. Обеспечивается качество напряжения у потребителя.
5. Обеспечивается качество проведенных мероприятий в связи с бесперебойным электроснабжением объекта.

Рекомендуется применение «Переносного АВР-0,4 кВ» на объектах, имеющих двухстороннее электропитание при отсутствии встроенного АВР-0,4 кВ. С помощью «Переносного АВР-0,4 кВ» перевод потребителей с одной линии на другую производится в следующем порядке.

Первая линия считается основной, при наличии напряжения потребитель обеспечивается электроэнергией с первой линии с помощью «Переносного АВР-0,4 кВ», вторая линия считается резервной линией. Согласно рис. 1 потребитель питается от первой линии, при этом включен автомат В1, магнитный пускатель ПМ1 во включенном положении, автомат В2 второй линии включен, магнитный пускатель ПМ2 обесточен.

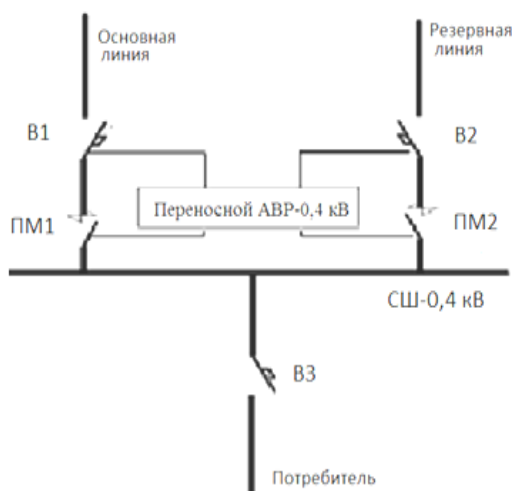


Рис. 1. Однолинейная схема «Переносного АВР-0,4 кВ»

При наличии напряжения на первой линии реле контроля напряжения РКН1 питается через закрытый контакт РП2, реле РП1 и повторитель состояния РКН1, через нормально закрытый контакт РП1 подается напряжение на катушку магнитного пускателя ПМ1, тем самым обеспечивает напряжение потребителю от первой (основной) линии.

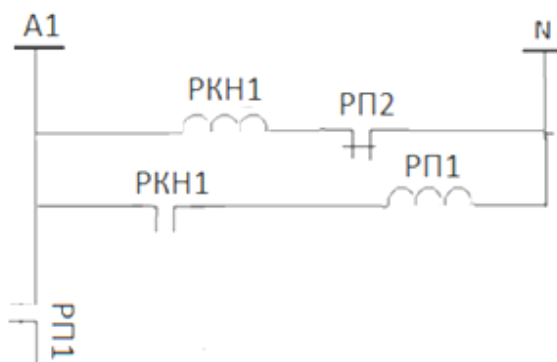


Рис. 2. Контроль напряжения основной линии

При исчезновении напряжения на первой линии магнитный пускатель ПМ1 обесточивается, отпадает реле РКН1 и его повторитель РП1, нормально закрытым контактом подает напряжение на катушку реле РКН2, одновременно с реле РКН2 срабатывает реле и его повторитель РП2, нормально открытым контактом реле РП2 подает напряжение на катушку магнитного пускателя ПМ2, срабатывая, ПМ2 подает напряжение потребителю от второй (резервной) линии.

В целях предотвращения кратковременной потери напряжения у потребителя заложена функция «Переносного АВР-0,4 кВ» оставаться на второй (резервной) линии до тех пор, пока не исчезнет напряжение.

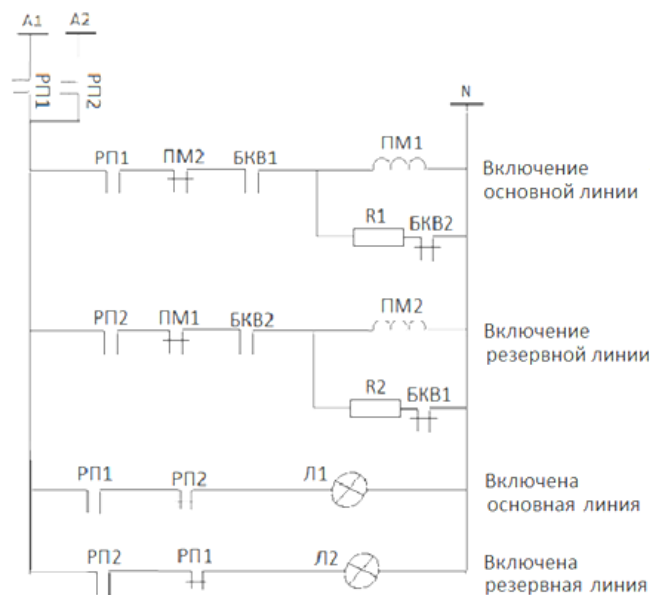


Рис. 3. Контроль напряжения резервной линии

Если пропадание напряжения на линии связано с отключением соответствующего автомата 0,4 кВ, в целях предотвращения развития аварии запрещается работа «Переносного АВР-0,4 кВ».

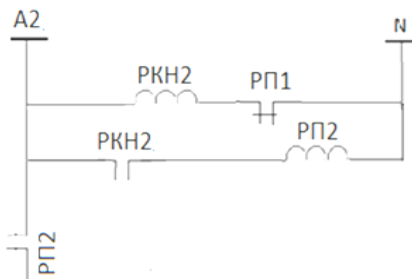


Рис. 4. Принципиальная схема «Переносного АВР-0,4 кВ»

При потере напряжения перевод потребителя со второй (резервной) линии на первую (основную) происходит в той же последовательности.

Для управления «Переносным АВР-0,4 кВ» оперативный ток в схеме управления подается согласно по первичной цепи, с помощью нормально открытым контактом реле РП1 и РП2. Уставка срабатывания реле контроля напряжения РКН1 и РКН2 по напряжению устанавливается на 65–70 % от номинального напряжения.

Заключение. При применении «Переносного АВР-0,4 кВ» обеспечивается бесперебойное электроснабжение объекта, тем самым улучшается качество мероприятия. Для монтажа и демонтажа «Переносного АВР-0,4 кВ» в распределительном устройстве потребителя не требуется много времени и материальных расходов. При установке «Переносного АВР-0,4 кВ» в РУ потребителя нет необходимости держать оперативный персонал для переключения.

Литература

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В. А. Андреев.
2. Беркович, М. А. Основы техники и эксплуатации релейной защиты / М. А. Беркович, В. А. Семенов.
3. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. И. Кудрин.
4. Беляев, А. В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ / А. В. Беляев.

**РЕГИСТРАТОРЫ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРШАНСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СЕТЯХ****А. В. Купава***Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Алферова

Основное назначение Оршанских электрических сетей – обеспечение надежной передачи потребителям необходимого количества электрической энергии требуемого качества с наименьшими затратами.

Одной из важных задач при этом следует считать снижение себестоимости распределения электроэнергии и повышение надежности работы элементов сети. Решение данной задачи может быть осуществлено на основе внедрения соответствующих мероприятий по снижению потерь энергии, рациональной организации технического обслуживания, ремонта, оперативного и быстрого устранения повреждений в сетях и локализации аварии.

Анализ работы участков энергетической системы, выполнение расчетов, составление проектов строительства или технического переоснащения объектов электроснабжения производятся с использованием эквивалентных схем замещения. Подавляющая часть характеристик элементов оборудования в расчетах принимается из справочников, при этом реальные характеристики несколько отличаются, так как они зависят от факторов окружающей среды, механических и химических воздействий, взаимодействия с другими элементами оборудования. Также причиной несоответствия заявленным характеристикам могут быть погрешности в размерах конструктивных элементов оборудования, изменения материалов, из которых изготовлены данные детали.

Использование в расчетах справочных данных не позволяет получить высокую точность расчетов и учесть все возможные нюансы в электрической сети, и в дальнейшем, например, после технического переоснащения подстанции возникают тяжелые аварийные режимы работы электрической сети, которые могут привести к нежелательным последствиям.

Решить данную проблему позволяют регистраторы аварийных процессов, которые осуществляют контроль над реальными процессами, протекающими в электрических сетях. Данные, полученные при помощи этих устройств, позволяют с максимальной точностью выполнить необходимые расчеты, правильно выбрать режимы работы и уставки устройств релейной защиты и автоматики оборудования.

Важным преимуществом регистраторов аварийных процессов можно считать то, что данные об авариях в электрической сети, полученные регистраторами аварийных процессов, используются энергетиками для восстановления картины произошедшего.

Точные данные о характере и месте повреждения позволяют значительно упростить работу оперативно-выездных бригад, осуществляющих восстановительные работы на поврежденных линиях электропередач.

Возможность определения расстояния до места повреждения особенно актуальна на протяженных высоковольтных линиях. Например, на поиск повреждения на линии 110 кВ протяженностью 60–80 км может уйти не одна рабочая смена ремонтной бригады. И если, к примеру, будет перекрытие изоляции, то такое повреждение достаточно сложно обнаружить, не зная четких границ возможного поврежденного участка. А если учесть, что линия 110 кВ может иметь достаточно большое значение в работе энергосистемы, то можно сделать вывод, что такой способ поиска повреждений на линии нецелесообразен, т. е. в данном случае регистратор аварийных процессов незаменим.

В случае наличия данных регистратора аварийных процессов можно точно определить характер повреждения. Например, регистратор показывает, что возникло однофазное замыкание на землю на расстоянии от подстанции, где установлен данный регистратор, 43,3 км. На основании этих данных, ремонтная бригада целенаправленно едет на данный участок линии и отыскивает повреждения, которые были бы характерны для замыкания одной из фаз линий электропередач на землю.

Данные регистраторов аварийных процессов достаточно точные, поэтому поиск повреждения ремонтной бригадой, как правило, осуществляется достаточно быстро.

В Оршанских электрических сетях для контроля переходных процессов применяются регистраторы «ПАРМА РП4.06.М», внешний вид которого представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид цифрового регистратора электрических процессов «ПАРМА РП4.06М»

Регистратор ПАРМА имеет внутреннюю память, в которой фиксируются все процессы, которые были зарегистрированы. Данное устройство подключается к системам АСДУ, SCADA, АСУ ТП, что позволяет передавать зарегистрированные данные, осуществлять дистанционное управление устройством, считывать необходимые данные, электрические параметры в реальном времени.

Регистраторы имеют ряд преимуществ, которые заключаются в безопасности обслуживания персоналом, удобстве управлением и широким функционалом, высокой помехозащищенности, низкой погрешности в измерении электрических величин, расстояний до мест повреждений, времени протекания процессов.

Регистраторы аварийных процессов имеют возможность расширения стандартного функционала путем установки дополнительного программного обеспечения. Дополнительные программы позволяют упростить процесс снятия осциллограмм, сохранения, упорядочения и передачи файлов с зарегистрированными событиями.

Регистратор электрических процессов цифровой Парма РП4,06М предназначен для измерения напряжения и силы постоянного тока, действующих значений напряжения и силы переменного тока, частоты, активной и реактивной мощности; а также для регистрации, хранения и анализа информации о стационарных электрических процессах в электрических сетях и машинах, контроля состояния устройства типа «включено–выключено», регистрации коротких замыканий и определения места повреждения ЛЭП 35кВ и выше на промышленной частоте.

Регистратор одновременно реализует две измерительные функции: «Регистратор», «Измеритель», а также функцию «Определения места повреждения», которая работает на основе функции «Регистратор». Основная функция регистратора – «Регистратор».

Регистратор в режиме измерения обеспечивает неограниченную продолжительность работы, а в режиме регистрации продолжительность непрерывной работы зависит от объема накопителя.

Регистратор состоит из блока регистрации и преобразовательных устройств. Связь между регистратором и преобразовательными устройствами осуществляется через оптоволоконные кабели.

Питание регистратора осуществляется от сети постоянного тока напряжением 220 В, имеет выключатели, непосредственно установленные на регистраторе и преобразовательных устройствах, имеющих положение «I» – включено и «O» – отключено.

Пункты из стандартного меню:

РЕЗУЛЬТАТ ОМП – команды этого меню позволяют ознакомиться с результатами работы функции «Определение места повреждения». При этом доступны либо последний результат, либо просмотр результатов из файлов записанных процессов;

ТЕКУЩИЕ ИЗМЕРЕНИЯ – команды этого меню позволяют получить доступ к измерениям в функциях «Измеритель» и «Самописец»;

ИНФОРМАЦИЯ – команды этого меню предназначены для получения справочной информации, такой как: список ошибок, время в работе и статистики.

Работа регистратора:

При превышении или понижении какого-либо параметра уставки, определяемой файлом конфигурации, регистратор срабатывает и срабатывает указательное реле.

При запуске регистратора в случае аварийного режима и отсутствия внешней связи с регистратором возможна запись файлов аварийных пусков на внешний накопитель (дискету).

Связь с регистраторами аварийных процессов осуществляется посредством модема, что позволяет дистанционно получать данные посредством запроса с регистратора. Также имеется возможность копирования данных непосредственно с регистраторов, поскольку не всегда есть возможность реализации дистанционной передачи данных.

Л и т е р а т у р а

1. Регистратор электрических процессов цифровой «ПАРМА РП4.06М». Руководство по эксплуатации РА1.004.006-01 РЭ : <https://patentdubl.kz/upload/iblock/132/1321536018e57da3fc166497fec7fd10.pdf>. – Режим доступа: Парма.pdf.

ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ В БОБРУЙСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**А. Т. Матлах***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Алферова

В соответствии с действующим ГОСТ 32144–2013 при заключении договоров на поставку или передачу электрической энергии следует учитывать статистические данные, относящиеся к характеристикам напряжения, связанным с такими явлениями, как провалы и прерывания напряжения, перенапряжения, импульсные напряжения. Провалы и прерывания напряжения могут быть последствиями аварийных и переходных процессов в электрических сетях всех иерархических уровней и приводить к кратковременным нарушениям электроснабжения. В настоящее время на подстанциях Бобруйских электрических сетей установлены цифровые средства регистрации аварийных событий, с помощью которых возможно определять параметры аварийных и переходных процессов в электрических сетях.

Цифровой регистратор аварийных событий «ПАРМА РП4.06М» служит для регистрации различных процессов, которые могут возникать в энергетической системе. В нормальном режиме работы электрической сети данный регистратор позволяет выполнять различные измерения электрических величин в заданные единицы времени и на основе полученных данных выполнять различные расчеты и исследования. Данное устройство позволяет измерять следующие электрические параметры как в нормальных, так и аварийных режимах работы электросети:

- линейные, фазные значения напряжений, напряжение нулевой последовательности;
- фазные, линейные токи, их направление, ток нулевой последовательности;
- активную и реактивную составляющие протекающей по линиям мощности, их направление;
- частоту электрической сети.

В случае возникновения короткого замыкания (повреждения) на одной из линий электропередач подстанции регистратор фиксирует точное время, вышеприведенные электрические параметры в момент повреждения, определяет характер повреждения, указывает расстояние до поврежденного участка линии.

Существенным преимуществом данного устройства является возможность определения места повреждения и регистрации электрических параметров на момент повреждения на линиях, имеющих одну или несколько отпаяк. В данном случае регистратор учитывает все возможные взаимодействия между участками электрической сети и выводит возможные варианты произошедшей аварийной ситуации. На основе анализа полученных данных с регистраторов, установленных на смежных подстанциях, можно точно восстановить картину произошедшего.

Цифровой регистратор электрических процессов «ПАРМА РП4.06.М» предназначен для измерения напряжения и силы постоянного тока, действующих значений напряжения и силы переменного тока, частоты, активной и реактивной мощности; а также для регистрации, хранения и анализа информации о стационарных электрических процессах в электрических сетях, регистрации коротких замыканий и определения места повреждения ЛЭП – 35 кВ и выше на промышленной частоте. Регистратор состоит из блока регистрации и преобразовательных устройств, связь между которыми осуществляется через оптоволоконные кабели. Питание регистратора осуществляется от сети постоянного тока напряжением 220 В.

Общая схема работы регистратора «ПАРМА РП4.06.М» представлена на рис. 1.

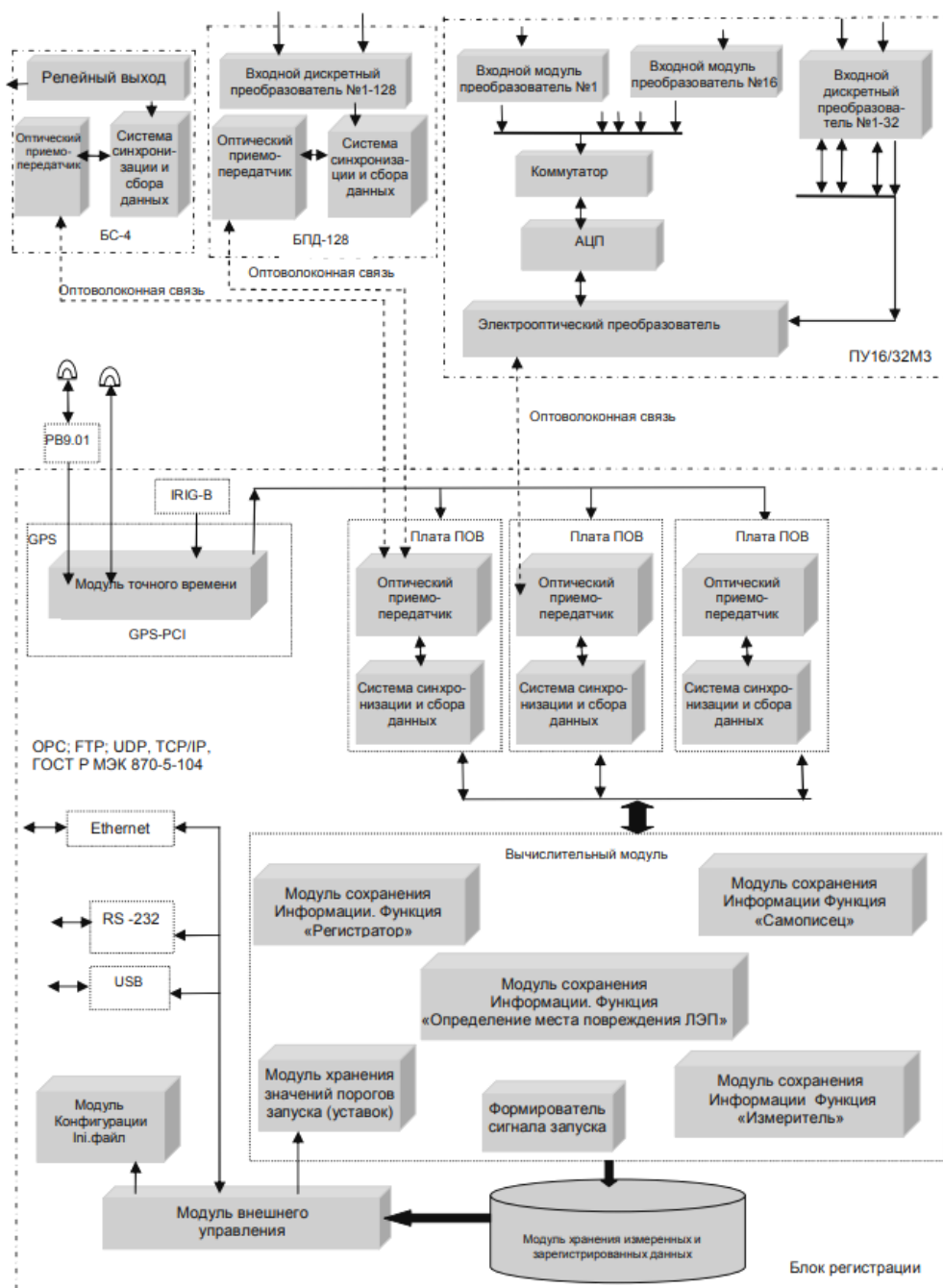


Рис. 1. Общая схема работы регистратора «Парма»

Для получения, просмотра и печати данных с цифровых регистраторов аварийных процессов используются две основные программы: DoCtrl и Transcor.

Программа DoCtrl предназначена для доступа к регистраторам «ПАРМА». DoCtrl обеспечивает доступ к регистратору по локальной сети или по телефонной линии с использованием модема. В данной программе реализованы следующие возможности:

- доступ к выбранному регистратору;
- изменение режимов работы регистратора;
- установка времени регистратора;
- проведение тестов оборудования;
- инициация записи данных;
- вывод информации о заведенных на регистратор сигналах;
- доступ к Файлам регистратора;
- прием файлов пусков;
- периодический контроль состояния выбранных регистраторов.

В случае использования функций приема аварий и периодического контроля подразумевается, что программа работает постоянно [1].

Для просмотра файла аварий используется программа *Transcop*.

Transcop предназначен для просмотра и печати файлов осциллограмм, полученных цифровыми регистраторами аварийных процессов. Программа работает под управлением ОС *Windows*. *Transcop* отражает богатый опыт, накопленный в «ПАРМе» за много лет общения со специалистами релейных служб различных энергосистем. *Transcop* постоянно совершенствуется с учетом пожеланий пользователей.

Transcop обладает широчайшими возможностями анализа, математической обработки, масштабирования, печати аварийных процессов. *Transcop* позволяет вывести любое число векторных диаграмм для любого числа присоединений, рассматривать на одной диаграмме любое число сигналов с одного или нескольких присоединений как исходных, так и являющихся результатом математической обработки, отсчитывать углы относительно любого вектора, а также выводить векторную диаграмму на печать.

Для любого аналогового канала на любом отрезке может быть построен спектр, с его помощью могут быть отфильтрованы и выведены на экран или принтер любые частотные составляющие. *Transcop* имеет встроенную интерактивную процедуру определения места повреждения линии (ОМП). Процедура позволяет вычислять место повреждения, изменяя параметры линий, задавать поврежденную линию или автоматически находить ее, устанавливая режим или автоматически вычислять его, выводить результаты расчета с различной степенью детализации, экспортировать параметры линий в текстовый файл и т. д. Доступна подробнейшая справочная система, освещающая назначение и область применения, принципы функционирования, приемы работы с процедурой.

Функционал регистраторов аварийных режимов может быть расширен путем установки дополнительного программного обеспечения. Дополнительные программы позволяют упростить процесс снятия осциллограмм, сохранения, упорядочения и передачи файлов с зарегистрированными событиями.

Л и т е р а т у р а

1. Шафрин, Ю. Информационные технологии / Ю. Шафрин. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2010. – 100 с.

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ С ВЫСШИМИ ГАРМОНИКАМИ

С. П. Худoley

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

Элементы системы электроснабжения (СЭС) и электроприемники переменного тока, обладающие индуктивностью (электродвигатели, трансформаторы, преобразователи, токопроводы, линии электропередачи и т. д.), потребляют наряду с активной и реактивную мощность, необходимую для создания электромагнитного поля. Ее передача по электрическим сетям снижает пропускную способность линий и трансформаторов по активной мощности и вызывает дополнительные потери активной мощности и напряжения.

Поэтому при проектировании СЭС стремятся снизить потребляемую предприятием реактивную мощность до оптимального значения. С этой целью осуществляется компенсация, под которой понимается установка местных источников реактивной мощности, благодаря чему повышается пропускная способность СЭС, снижаются потери мощности и энергии, повышаются уровни напряжения [1].

В электрических сетях, содержащих нелинейные электроприемники и мощные преобразователи частоты, компенсация реактивной мощности имеет определенные особенности. Из-за нелинейности вольт-амперных характеристик преобразователи частоты потребляют из сети несинусоидальный ток, вызывающий искажение формы питающего напряжения, т. е. появление высших гармоник, отрицательного влияющих на работу электрических сетей и оборудования. Особенно опасна несинусоидальность напряжения для конденсаторов, поскольку из-за уменьшения сопротивления конденсаторов токам высших гармоник (пропорционально порядковому номеру гармоники) происходит перегрузка конденсаторов по току и, как следствие, перегрев и преждевременный выход из строя, иногда сопровождающийся аварийным разрывом корпуса конденсатора.

Основными средствами компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях являются конденсаторные установки (КУ). Компенсация реактивной мощности с использованием конденсаторов может быть индивидуальной, групповой или централизованной. Выбор мест размещения КУ тесно связан с принятым способом компенсации. При этом необходимо учитывать следующие факторы: степень разгрузки элементов СЭС от реактивной мощности, степень использования КУ с учетом удельной стоимости, наличие высших гармоник в электрической сети. При выборе способа компенсации реактивной мощности должно учитываться: наличие в сети потребителя единичных мощных электроприемников с низким коэффициентом мощности и большим числом часов работы в году, удаленных от центра питания; наличие в сети потребителя групп электроприемников с низким коэффициентом мощности, объединенных общим технологическим процессом, с единым центром питания; наличие свободных площадей для размещения КУ и возможности их подключения к распределительным устройствам.

При снижении уровней высших гармоник одновременно, как правило, решается вопрос компенсации реактивной мощности. Такая задача решается с помощью силовых резонансных фильтров, иначе называемых фильтро-компенсирующими устройствами (ФКУ). Использование ФКУ в настоящее время является распространенным способом минимизации ВГ. Фильтро-компенсирующие устройства входят также в состав

быстродействующих статических компенсаторов, предназначенных в первую очередь для КРМ, а также снижения колебания напряжения и уровня ВГ. Наиболее целесообразно применения активных или гибридных фильтров [2].

С целью анализа качества электроэнергии и потребления реактивной мощности на заводе тормозных агрегатов и механизмов на стороне низшего напряжения трансформаторных подстанций КТП1, КТП2 проводились измерения параметров электрических нагрузок и показателей качества электрической энергии. Для проведения измерений использовался цифровой анализатор «FLUKE435», который подключался к первичным цепям и выполнял измерения следующих величин: фазных и междуфазных напряжений; токов в фазах сети; активной и реактивной составляющих мощности; коэффициентов мощности; суммарных гармонических искажений кривых напряжения; уровней высших гармоник напряжения.

В результате анализа полученных измерений установлено, что качество электрической энергии на стороне низшего напряжения КТП1 и КТП2 в части несинусоидальности напряжения в целом соответствует требованиям ГОСТ 32144–2013. Однако в периоды измерений отмечены высокие значения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения, в частности: на шинах КТП1 – 3,5–3,9 %; на шинах КТП2 – 4,2–4,4 %.

Следует отметить, что при значениях суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения более 2,5 % высока вероятность перегрузки конденсаторов токами высших гармоник.

Таким образом, в электрических сетях предприятия целесообразно выполнить централизованную компенсацию реактивной мощности с подключением компенсирующих устройств к шинам низшего напряжения трансформаторных подстанций КТП1, КТП2.

Учитывая высокую степень несинусоидальности напряжения на стороне низшего напряжения КТП1 и КТП2 для компенсации реактивной мощности, следует применять КУ в исполнении, защищенном от высших гармоник. Так как в спектре гармоник напряжения преобладает 5-я гармоника и канонические гармоники более высоких порядков (7, 11, 13-я), ступени конденсаторных установок должны содержать последовательные L-C цепи «дроссель–конденсатор» с частотой настройки контура 189 Гц. Для компенсации реактивной мощности рекомендуется применение автоматических конденсаторных установок (АКУ) со ступенчатым регулированием мощности. Их применение в автоматическом режиме позволит поддерживать коэффициент мощности на стороне низшего напряжения трансформаторных подстанций в пределах 0,97–0,98 и за счет этого снизить до минимума потоки реактивной мощности в силовых трансформаторах напряжением 6/0,4 и 10/6 кВ, а также в кабельных линиях 6–10 кВ.

Литература

1. Радкевич, В. Н. Проектирование систем электроснабжения : учеб. пособие / В. Н. Радкевич. – Минск : БИОН, 2001. – 292 с.
2. Избранные вопросы несинусоидальных режимов в электрических сетях предприятия / И. В. Жежеленко [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 294 с.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Д. С. Сопот

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

Многообразие существующих в настоящее время печей сопротивления и значительное число фирм-производителей, особые условия нагрева: наличие защитной атмосферы, вакуума, специфические требования к материалу нагревателей – делают актуальной задачу электрического расчета и выбора нагревательных элементов данных печей при проектировании и в условиях эксплуатации.

Исходными данными для электрического расчета являются:

- 1) мощность печи (или зоны для многозонных печей), полученная в результате теплового расчета;
- 2) мощность тепловых потерь через кладку печи или зоны;
- 3) конечная температура нагрева изделий;
- 4) характеристика нагреваемых изделий: габаритные размеры, материал;
- 5) напряжение питающей сети;
- 6) особые условия нагрева.

Нагревательные элементы могут получать питание непосредственно от цеховой сети напряжением 220, 380 или 660 В или от понижающих электропечных трансформаторов, специально разработанных для электрических печей сопротивления [1], [2].

Цель электрического расчета заключается в определении размеров (сечения и длины) нагревателей (по фазам) в соответствии с требуемым для выделения необходимой мощности сопротивлением, а также в зависимости от условий теплообмена между нагревателями и нагреваемыми изделиями.

Задача расчета нагревательных элементов состоит в определении их геометрических размеров, при которых температура не превышает допустимую, а мощность соответствует расчетной величине. Расчетными геометрическими размерами чаще всего являются: сечение (диаметр или размеры сторон) и длина проволоки, прутка, ленты, из которых изготавливают нагревательный элемент; количество витков, зигзагов и их шаг; длина и диаметр спирали и др.

Исходными данными для расчета служат расчетная мощность, напряжение питания, условия теплоотдачи, конструктивное исполнение нагревателя, температура нагревательного элемента, поверхности нагревателя и среды, материал нагревательного элемента, параметры его электро- и теплофизических характеристик и др.

В последнее время наиболее распространены методы расчета нагревательных элементов по удельной мощности и рабочему току нагревателя [3].

Наиболее точным является расчет по удельной поверхностной мощности, который основан на совместном решении двух уравнений:

$$P = p_{уд} A = p_{уд} \Pi l; \quad (1)$$

$$P = U_{\phi}^2 / R = U_{\phi}^2 S / (\rho_{\theta} l), \quad (2)$$

где P – мощность нагревателя, Вт; $p_{уд}$ – удельная поверхностная мощность нагревателя, Вт/м; A – площадь поверхности нагревателя, м²; Π – периметр сечения нагрева-

теля, м; l – длина нагревателя, м; U_{ϕ} – фазное напряжение, приложенное к нагревателю, В; R – электрическое сопротивление нагревателя, Ом; S – площадь сечения нагревателя, м²; ρ_{θ} – удельное электрическое сопротивление нагревателя при рабочей температуре θ , Ом · м.

Для нагревателей круглого сечения (проволока, прутки), $\Pi = \pi d$, $S = \pi d^2/4$, где d – диаметр сечения нагревателя, м:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho_{\theta}P_c^2}{\pi^2 U_{\phi}^2 p_{уд}}}; \quad (3)$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{P_c U_{\phi}^2}{4\pi\rho_{\theta}p_{уд}^2}}. \quad (4)$$

По методике [4] в качестве примера выполним электрический расчет нагревательных элементов камеры мощностью 30 кВт для сушки электродвигателей после ремонта. Нагреватель – проволочная спираль из сплава Х23Н18 (900 °С) с относительными коэффициентами излучения нагреваемых изделий ($\epsilon_{н.т}$) и нагревателя (ϵ_n), равными, соответственно, 0,68 и 0,39. Максимальная температура сушки составляет 160 °С. Отношение площади тепловоспринимающей поверхности электродвигателей ($A_{н.т}$), к площади поверхности стен камеры, занятой нагревателями ($A_{ст}$), составляет 0,35. Напряжение сети 380/220 В. Удельное сопротивление материала нагревателя при температуре 20 °С составляет $1,44 \cdot 10^{-6}$ Ом · м.

Расчет выполняем в следующей последовательности:

– определяем приведенный коэффициент излучения реального нагревателя:

$$C_{пр} = \frac{5,7}{\left[\frac{1}{\epsilon_{н.т}} + \frac{A_{н.т}}{A_{ст}} \left(\frac{1}{\epsilon_n} - 1 \right) \right]} = \frac{5,7}{\left[\frac{1}{0,39} + 0,35 \left(\frac{1}{0,68} - 1 \right) \right]} = 2,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4);$$

– определяем температуру двигателей при сушке:

$$T_{н.т} = t_{н.т} + 273 = 160 + 273 = 433 \text{ К};$$

– определяем температуру нагревателей:

$$T_n = t_n + 273 = 900 + 273 = 1173 \text{ К}.$$

Удельная поверхностная мощность идеального нагревателя по закону Стефана-Больцмана:

$$P_{уд.ид} = c_{пр} \left[\left(\frac{T_n}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{н.т}}{100} \right)^4 \right] = 2,09 \left[\left(\frac{1173}{100} \right)^4 - \left(\frac{433}{100} \right)^4 \right] = 38,8 \cdot 10^3 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

Удельная поверхностная мощность реального нагревателя:

$$P_{уд} = P_{уд.ид} \alpha_{эф} \alpha_{ш} \alpha_c \alpha_p, \quad (5)$$

где $\alpha_{\text{эф}}$ – поправочный коэффициент, который характеризует эффективность излучения данной системы нагревателя, для проволочной спирали $\alpha_{\text{эф}} = 0,32$; $\alpha_{\text{ш}}$ – коэффициент шага, принимаем $\alpha_{\text{ш}} = 1,4$ [5]; $\alpha_{\text{с}}$ – поправочный коэффициент, определяющий влияние приведенного коэффициента излучения реального нагревателя, при $c_{\text{пр}} = 2,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$, $\alpha_{\text{с}} = 0,6$ [5]; $\alpha_{\text{р}}$ – учитывает влияние относительных размеров нагреваемого тела на $p_{\text{уд}}$ и зависит от отношения $A_{\text{н.т}}/A_{\text{ст}}$, при этом отношении, равном 0,35, $\alpha_{\text{р}} = 0,45$ [5], тогда

$$p_{\text{уд}} = 38,8 \cdot 10^3 \cdot 0,32 \cdot 1,4 \cdot 0,6 \cdot 0,45 = 4,7 \cdot 10^3 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

Мощность одной спирали:

$$p_{\text{с}} = \frac{p}{mn} = \frac{30}{3 \cdot 2} = 5 \text{ кВт},$$

где m – число фаз; n – число параллельных спиралей на фазу.

Согласно [5] температурный коэффициент хромоникелевого сплава равен 0,000059 1/°C.

Удельное сопротивление сплава при температуре 900 °C:

$$p_{\theta} = p_{20} [1 + \alpha_R (t_{\text{н}} - 20)] = 1,44 \cdot 10^{-6} [1 + 0,000059(900 - 20)] = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}.$$

При соединении нагревателей в звезду $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$.

Диаметр проволоки нагревателя по формуле (3):

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,51 \cdot 10^{-6} (5 \cdot 10^3)^2}{3,14^2 \cdot 220^2 \cdot 4,7 \cdot 10^3}} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Длина проволоки одной спирали по формуле (4):

$$l = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^3 \cdot 220^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 1,51 \cdot 10^{-6} (4,7 \cdot 10^3)^2}} = 83,2 \text{ м}.$$

Шаг спирали: $h = (3,2 \dots 4,8)d = 3,2 \cdot 4,1 \cdot 10^{-3} = 13,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Диаметр спирали: $D = (6 \dots 10)d = 10 \cdot 4,1 \cdot 10^{-3} = 41,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Число витков спирали:

$$\omega = \frac{l}{\sqrt{h^2 + (\pi D)^2}} = \frac{83,2}{\sqrt{(13,1 \cdot 10^{-3})^2 + (3,14 \cdot 41 \cdot 10^{-3})^2}} = 643.$$

Длина одной спирали: $L = \omega h = 643 \cdot 13,1 \cdot 10^{-3} = 8,42 \text{ м}$.

Для упрощения расчетов в дальнейшем будет разработана компьютерная программа «Resistance furnaces», позволяющая автоматизировать процесс электрического расчета и выбора нагревателей печей сопротивления из созданной базы данных.

Литература

1. Чередниченко, В. С. Электрические печи сопротивления. Конструкции и эксплуатация электродов / В. С. Чередниченко, А. С. Бородачев, В. Д. Артемьев ; под ред. В. С. Чередниченко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. – Т. 2. – 571 с.
2. Сокунов, Б. А. Электротермические установки : учеб. пособие / Б. А. Сокунов, Л. С. Грובה. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2004. – 122 с.
3. Заяц, Е. М. Электротехнология : учеб. пособие / Е. М. Заяц. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 400 с.
4. Гайдук, В. Н. Практикум по электротехнологии / В. Н. Гайдук, В. Н. Шмигель. – М. : Агропромиздат, 1989. – 101 с.
5. Алферова, Т. В. Практическое пособие по курсу «Электротехнологические установки» / Т. В. Алферова, Н. В. Токочакова. – Гомель : ГПИ им. П. О. Сухого, 1996. – 43 с.

ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ

И. В. Гурин, П. В. Костюков

*Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация*

Научный руководитель А. Н. Горлов

Истощение запасов традиционных ископаемых топлив и экологические последствия их применения значительно обострили в последние годы проблему сокращения потерь при производстве, транспортировке и потреблении тепловой и электрической энергии. В связи с этим сегодня стоит очень остро задача модернизации энергосистемы страны. Необходимо наряду с наращиванием объемов добычи топливно-энергетических ресурсов, повышать эффективность их использования [1].

С целью снижения энергопотерь 23 ноября 2009 г. в РФ был принят Федеральный Закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», в соответствии с которым организациям и физическим лицам предписывалось в обязательном порядке выполнить ряд мероприятий по снижению неэффективного потребления топливно-энергетических ресурсов.

Централизованное энергоснабжение потребителей всегда предполагает создание систем передачи энергии от производителя до ее потребителя, сопровождающееся большими потерями передаваемой энергии.

Альтернативой существующему централизованному энергоснабжению является когенерационный способ производства энергии, который дает возможность вырабатывать более дешевые электроэнергию и тепло. Общий КПД энергетической станции, оборудованной системой утилизации тепла, в режиме когенерации составляет 85–95 %.

В системе жилищно-коммунального хозяйства при централизованном теплоснабжении многоквартирных зданий потери тепловой энергии в сетях и непосредственно в многоквартирных домах колеблются в среднем по России от 25 до 50 %. Повышение эффективности потребления тепла и снижение потерь в сетях может привести к снижению потребления тепла в РФ на 840 млн Гкал, в том числе в жилых зданиях на 385 млн Гкал. Тепловые потери непосредственно в теплосетях оцениваются по РФ в 173 млн Гкал. Такие высокие потери приводят к существенному росту тарифов на тепловую энергию.

К сожалению, вопросы снижения тепловых потерь решаются очень медленно, особенно в системе жилищно-коммунального хозяйства. Данные энергетического

аудита, выполненного различными организациями в разных городах страны, показывают, что в многоквартирных домах старше десяти лет до 70 % тепловой энергии теряется в атмосферу. Из-за больших затрат государство самостоятельно не может решить эту проблему – необходимо привлечение средств населения.

Одним из способов решения проблемы может быть перевод систем централизованного теплоснабжения многоквартирных зданий на автономные системы теплоснабжения: существенное (\approx в два раза) снижение тарифов на тепловую энергию, которое является результатом значительной экономии средств от уменьшения теплотерь и отказа от услуг теплоснабжающих организаций, послужит стимулом для привлечения средств населения в этот проект.

Тепловые потери в сетях отсутствуют при локальном способе выработки и потребления тепла, т. е. в автономных системах теплоснабжения (отопление и горячее водоснабжение).

Во вновь возводимых многоквартирных зданиях автономные системы в настоящее время уже применяются, например, системы поквартирного теплоснабжения.

Сложнее обстоит дело в существующих многоквартирных зданиях с централизованным теплоснабжением, где применение систем поквартирного отопления требует полной перепланировки трубопроводов имеющейся системы отопления. В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 г. № 190 – ФЗ «О теплоснабжении» (ст. 14 п. 15) запрещается переход на отопление жилых помещений в многоквартирных домах с использованием в индивидуальных квартирах источников тепловой энергии при наличии осуществленного в надлежащем порядке подключения к системам централизованного теплоснабжения. В качестве исключения при изменении схемы теплоснабжения допускается перевод всего многоквартирного дома с использованием индивидуальных квартирных источников тепловой энергии с отключением дома от системы централизованного отопления.

В этом случае целесообразно применить автономные системы теплоснабжения для одного дома или группы компактно расположенных домов с использованием водогрейных автоматизированных котлов. В таких системах не требуется реконструкция существующих внутренних трубопроводов, батарей, арматуры и т. п.

Вся документация должна пройти государственную экспертизу.

Для многоквартирного дома, оборудованного газовыми плитами, самым оптимальным вариантом является использование в качестве теплогенераторов газовых водогрейных автоматизированных котлов, местом расположения которых (закрытое помещение) может быть верхний технический этаж (если он имеется) или крыша дома.

Рассмотрим целесообразность перевода на автономное теплоснабжение многоквартирных зданий на примере одного из ТСЖ Курской области.

На территории Курской области имеется 189886 жилых домов, из них 17386 – многоквартирные. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении – 1136 км, из них тепловых магистралей 712 км, в том числе по городу Курску более 125 километров. Уровень износа тепловых сетей – 70 % . По плану 2012 г. в Курске предполагалось выполнить капитальный ремонт 34 многоквартирных домов на сумму 276,5 млн р. и переложить 16 км тепловых сетей.

На капитальный ремонт тепловых сетей и многоквартирных домов требуются значительные затраты, в том числе и со стороны государства, в то время как перевод существующих многоквартирных зданий на автономное теплоснабжение может быть проведен частично или полностью за счет средств населения.

В Курске имеется несколько ТСЖ, в которых собственники жилья согласны на перевод своих домов на автономное теплоснабжение и на участие в финансирова-

ния такого проекта, в том числе с использованием банковского кредита, имея в виду, что это приведет к снижению тарифа на тепловую энергию.

Рассмотрим ТСЖ, в которое входит одно 9-этажное здание панельного типа, жилая площадь 6112 м^2 (108 квартир, 2 подъезда), сдано в эксплуатацию в 1999 г.

Исходные данные для расчета эффективности перевода на автономное теплоснабжение (данные относятся к отопительному сезону 2011–2012 гг.): фактическое годовое потребление тепловой энергии зданием (по прибору учета) 1150 Гкал/год; стоимость 1 Гкал (тариф) 1157 р. / Гкал; годовая стоимость потребленной тепловой энергии по существующей системе теплоснабжения $1157 \times 1150 = 1330550$ р. / год; стоимость 1 м^3 природного газа 3,595 р. / м^3 ; низшая теплота сгорания природного газа 8020 ккал / м^3 ; количество отопительных котлов 4 шт. (один в резерве); КПД отопительного котла 92 %; – срок службы отопительного котла, газопроводов 50 лет.

Проведем расчет стоимости одной Гкал тепловой энергии при автономном теплоснабжении.

Количество природного газа, необходимое для получения 1 Гкал с учетом КПД отопительного котла (92 %) составит:

$$1000000 \text{ ккал} / (8020 \text{ ккал} \times 0,92) = 136 \text{ м}^3 / 1 \text{ Гкал.} \quad (1)$$

Стоимость природного газа для получения 1 Гкал (с учетом КПД отопительного котла):

$$136 \times 3,595 = 489 \text{ р.} / 1 \text{ Гкал.} \quad (2)$$

Амортизационные отчисления, отнесенные на 1 Гкал тепловой энергии, полученной на оборудовании во время его срока службы, равны:

$$4000000 / (50 \times 1150) = 69,5 \text{ р.} / 1 \text{ Гкал,} \quad (3)$$

где 4000000 р. – стоимость проекта, оборудования, труб, а также стоимость перекладки газопровода от газорегуляторного пункта до дома ~ 30 м.

Полные годовые затраты на производство тепловой энергии при автономном теплоснабжении составят:

$$(489 + 69,5) \times 1150 = 642300 \text{ р.} / \text{год.} \quad (4)$$

Ожидаемая годовая экономия от внедрения автономного теплоснабжения на 9-этажном здании жилой площадью 6112 м^2 (108 квартир) будет равна:

$$1330550 - 642300 = 688250 \text{ р.} / \text{год, или } 707050 : 6112 = 112,5 \text{ р. на } 1 \text{ м}^2. \quad (5)$$

Таким образом, фактическая годовая стоимость потребленной тепловой энергии по существующей системе теплоснабжения превышает стоимость тепловой энергии при автономном теплоснабжении в 2,1 раза ($1330550 : 642300 = 2,1$), т. е. в данном случае тариф на тепловую энергию мог быть снижен более чем в два раза. Такое снижение потребления газа (более чем в два раза) наблюдается при поквартирном отоплении.

Экономический эффект от перевода системы теплоснабжения многоквартирных зданий с централизованным теплоснабжением на автономное теплоснабжение обусловлен уменьшением расхода природного газа и отказом от услуг теплоснабжающих организаций – жильцы будут платить только за потребленный ими газ на счет газоснабжающей организации.

По нашему мнению, существенное снижение тарифа на тепловую энергию – один из способов привлечения средств населения (собственников жилья) для перевода систем централизованного теплоснабжения многоквартирных зданий на автономные системы теплоснабжения.

Внедрение систем автономного теплоснабжения в многоквартирных зданиях с централизованным теплоснабжением позволяет значительно снизить потери тепловой энергии, отказаться от услуг теплоснабжающих организаций и уменьшить тариф на тепловую энергию в два и более раз.

Существенное снижение тарифов на тепловую энергию для населения будет являться стимулом для привлечения их средств на финансирование работ по переводу систем централизованного теплоснабжения многоквартирных зданий на автономные системы теплоснабжения. Это будет иметь не только экономический, но и социальный эффект.

Л и т е р а т у р а

1. Бирюлин, В. И. Определение энергетической эффективности зданий и сооружений / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина // Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в новом тысячелетии : сб. науч. ст. по материалам XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : Изд-во Междунар. независимого ин-та математики и систем, 2015. – С. 2–24.

ВЫБОР СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ МАЛОМОЩНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ

В. В. Руднев, В. А. Шинаков, Е. А. Сидоров

*Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация*

Научный руководитель В. И. Бирюлин

В настоящее время все большее значение приобретают проблемы охраны природной среды и ее воспроизводства, а также надежного обеспечения человечества топливом и энергией. Эта глобальная проблема связана, прежде всего, с ограниченностью важнейших органических и минерально-сырьевых ресурсов планеты и негативным воздействием традиционных способов получения топливно-энергетических ресурсов на окружающую среду. Использование альтернативных источников энергии является в настоящее время одним из главных путей решения энергетической проблемы.

Важное место среди альтернативных энергетических источников занимает использование солнечной энергии в различных видах, в том числе и для выработки электроэнергии на солнечных электростанциях. В современном мире используется много солнечных электростанций различной мощности и состава. Они позволяют получать электроэнергию без загрязнения окружающей среды.

Солнечные электростанции являются перспективными источниками для применения в малой энергетике, например, чтобы обеспечить электроснабжение потребителей небольшой мощности, особенно удаленных от централизованной электрической сети. Их работа основана на преобразовании световой энергии в электричество солнечными батареями.

Для наглядного пояснения такого явления рассмотрим суточное изменение положения Солнца в день, близкий к летнему солнцестоянию. Определим моменты восхода и захода Солнца, а также время, когда Солнце пересекает направления на восток и на запад, или же моменты начала и окончания освещения солнечных панелей. Рассчитать эти моменты времени можно используя известные формулы, приведенные в разных изданиях [1]–[3].

Более просто можно определить эти данные при использовании компьютерных программ планетариев, например, свободно распространяемой программой Stellarium [4]. Точность получаемых результатов при таком способе будет ниже, чем при использовании расчетного способа, но вполне достаточной для наших целей.

В качестве примера возьмем день летнего солнцестояния – 22 июня 2017 г. Для него по программе Stellarium определяются следующие результаты (по московскому времени):

- восход Солнца 4 ч 30 мин (4,5 ч) или t_1 ;
- пересечение направления на восток 7 ч 50 мин (7,83 ч) или t_2 ;
- пересечение направления на запад 17 ч 20 мин (17,33 ч) или t_3 ;
- заход Солнца 20 ч 50 мин (20,83 ч) или t_4 .

Очевидно, что Солнце будет освещать панели солнечной электростанции только в промежуток времени D_t , определяемый как

$$D_t = t_3 - t_2. \quad (1)$$

Подставляя численные значения в формулу (1), получаем результат, равный 9 часов 30 мин или 9,5 ч. Всего же длина светового дня D для этой даты составляет:

$$D_t = t_4 - t_1. \quad (2)$$

В рассматриваемый день она составляет 16 ч 20 мин, или 16,33 ч. Таким образом, интервал времени прямого освещения панелей составляет $9,5/16,33 = 0,58$, или 58 % от общей продолжительности светового дня.

Для увеличения использования световой энергии в настоящее время предлагается применять перемещение или слежение солнечных батарей за Солнцем. Такое решение лучше использовать для небольших солнечных электростанций, так как на подобных электростанциях большой мощности применяются солнечные панели больших размеров, которые целесообразно устанавливать неподвижно, чтобы избежать значительного усложнения механической части.

Это слежение может осуществляться несколькими способами, самый простой из которых – вращение солнечной панели только вокруг вертикальной оси, что обеспечивает простую конструкцию привода и механической части. При этом сама панель может располагаться под различными углами к плоскости горизонта.

Для оценки эффективности использования солнечного света определим значения относительной освещенности или отношения освещенности батареи при падении световых лучей под углом 90° и под произвольным углом для разных вариантов установки солнечных батарей. В качестве примера рассмотрим два варианта. Первый вариант – установка батарей вертикально, второй вариант – установка батарей под углом 45° к горизонтальной плоскости, или линии горизонта. Расчеты выполним для двух календарных дат: день летнего солнцестояния (22 июня) и день зимнего солнцестояния (22 декабря).

На первом шаге определяем угловую высоту Солнца в градусах над горизонтом в течение светового дня с интервалом в полчаса. Эту операцию производим с помощью компьютерной программы Stellarium. Введем обозначение для данного угла – α . Известно, что освещенность в случае падения лучей наклонно на поверхность уменьшается пропорционально косинусу угла падения лучей или угла падения лучей света относительно нормали к поверхности [5].

Рассматриваемые варианты установки солнечных батарей приведены на рис. 1. Очевидно, что при вертикальной установке угол падения лучей света относительно

нормали к поверхности будет равен высоте Солнца над горизонтом, или углу γ . При установке под углом 45° этот угол определяется как $45^\circ - \gamma$.

Исходя из этого определяем значения относительной освещенности для этих вариантов и двух заданных выше календарных дат.

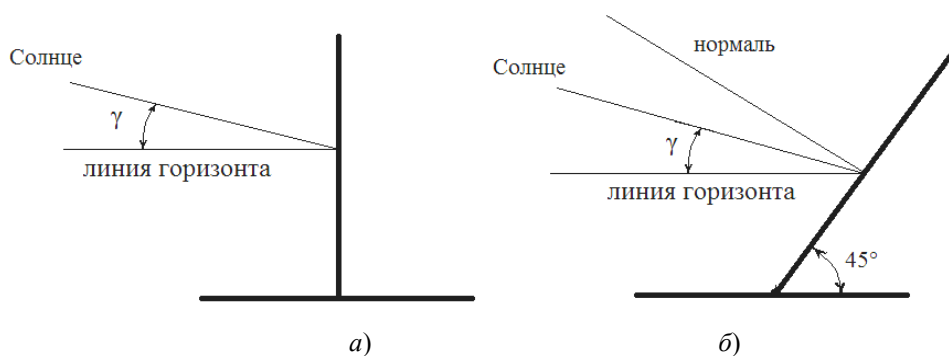


Рис. 1. Виды установки солнечных батарей:
а – вертикально; б – под углом 45° к горизонту

Для более наглядного представления полученные результаты приведены на графиках (рис. 2).

Эти данные по относительной освещенности показывают, что в летнее время вертикальная установка панелей солнечных батарей является менее эффективной, чем установка под углом в 45° . Еще более эффективной будет установка под углом, равным широте места установки [6], для Курска это значение составляет 52° [7].

Приведенные значения относительной освещенности показывают, что для наиболее полного использования солнечной энергии необходимо применять систему управления положением солнечных батарей. На сегодняшний день имеется много подобных конструкций, например – **солнечный трекер «ED-1500 Dual»** – автоматическая поворотная конструкция для солнечных батарей, динамически ориентирующаяся относительно положения Солнца, обеспечивая оптимальное положение солнечных модулей. Точное отслеживание Солнца достигается за счет систем с одной или двумя осями слежения [8]. Ориентация трекера происходит в двух плоскостях: вверх-вниз: от -10° до 75° ; влево-вправо: от -120° до 120° . Стоимость этого устройства составляет 272000 р.

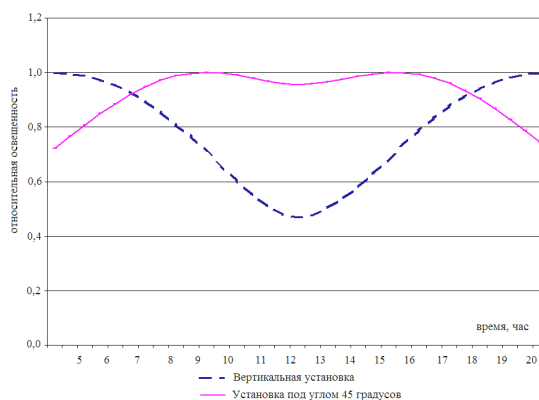


Рис. 2. Графики изменения относительной освещенности солнечных батарей для дня летнего солнцестояния

Использование для ориентации на Солнце двух датчиков освещенности не может обеспечить нормальную работу системы управления в случаях хотя бы кратковременного закрытия Солнца облаками. В этой ситуации освещенность становится более равномерной, чем при отсутствии облачности, и управляющие сигналы на поворот панелей солнечных батарей могут не вырабатываться, в результате чего при появлении Солнца будет необходимо время для обеспечения поворота. Следует также отметить довольно высокую стоимость данного устройства.

Кроме этого для поворота на восходящее Солнце потребуется также определенное время, если солнечная батарея осталась в направлении на точку захода Солнца в предыдущий день. Датчики освещенности будут направлены в противоположную от Солнца сторону. Поэтому потребуется некоторое время, чтобы на них создалась неравномерность освещения, достаточная для работы системы управления и обеспечения поворота на восходящее Солнце.

Для устранения данных недостатков необходимо применение других принципов управления положением солнечной батареи. В автоматизированной солнечной электростанции, разработанной на кафедре электроснабжения Юго-Западного государственного университета, солнечная батарея автоматически изменяет свое положение таким образом, чтобы она была постоянно направлена на Солнце, вследствие чего угол падения солнечных лучей на поверхность панели будет в течение дня близок к 90° . Движение панели производится электроприводом по командам, поступающим из блока управления.

Для реализации подобного блока можно использовать микроконтроллер на базе Raspberry Pi. В отличие от существующих аналогов, использующих управляющие сигналы с датчиков освещенности, команды для работы электропривода этой солнечной электростанции формируются управляющей программой. Для работы программы необходимо предварительно задать координаты места установки солнечной электростанции. Данная операция может осуществляться в автоматическом режиме, если в состав оборудования входит модуль GPS, обеспечивающий определение координат места установки и текущего времени по принимаемым сигналам от спутников.

Программа определяет для каждого дня время восхода Солнца и место (азимут) точки восхода. Перед началом восхода программа обеспечивает выход солнечной электростанции из ночного или «спящего» режима, и выдает команду на поворот панелей батареи на место восхода Солнца в текущий день. Данные расчеты производятся по формулам, приведенным в [1]–[3], [7].

Затем программа производит определение горизонтальных координат Солнца (азимут, высота) с небольшим интервалом времени в течение всего светового дня, по полученным значениям осуществляется постоянное слежение за положением Солнца, даже находящегося в облаках. Формулы для таких расчетов взяты из [1]–[3], [7]. После захода Солнца программа останавливает работу электропривода и переводит солнечную электростанцию в дежурный режим.

Заключение. Предлагаемая автоматизированная солнечная электростанция позволяет максимально использовать солнечную энергию в течение светового дня. Это достигается программным способом управления положением солнечной батареи. Такой способ управления обеспечивает постоянную ориентацию на Солнце от момента восхода до момента захода независимо от наличия облачности и других возможных факторов, снижающих эффективность работы систем управления с датчиками освещенности.

Литература

1. Куликов, К. А. Курс сферической астрономии / К. А. Куликов. – М. : Наука, 1976. – 232 с.
2. Меес, Ж. Астрономические формулы для калькуляторов / Ж. Меес. – М. : Мир, 1988. – 167 с.
3. Жаров, В. Е. Сферическая астрономия / В. Е. Жаров. – Фрязино, 2006. – 480 с. – Режим доступа: <http://www.stellarium.org>.
4. Гуревич, М. М. Фотометрия. Теория, методы и приборы / М. М. Гуревич. – 2-е изд. – Л. : Энергоатомиздат ; Ленингр. отд-ние, 1983. – 272 с.
5. Режим доступа: сайт <http://stroymaterial.com/perspektivyi-ispolzovaniya-solnechnyih-batarey/>.
6. Куликовский, П. Г. Справочник любителя астрономии / П. Г. Куликовский ; под ред. В. Г. Сурдина. – 5-е изд., перераб. и полн. обновл. – М. : Эдиториал УРСС, 2002.
7. Режим доступа: сайт <http://energy-ds.ru/catalog/generating/solnecnye-trakery.html>.
8. Воротников, В. Я. Упрочнение твердыми наплавочными сплавами вооружения шарошек буровых долот : монография / В. Я. Воротников, Н. М. Гайдаш, Ю. А. Артеменко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кур. гос. техн. ун-т. – Курск, 2004.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО
ПОЛЯ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СТЕНКИ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМ
ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ**

К. К. Рахимова, Ш. С. Турсунов, К. Х. Ураков, Н. К. Дамаев

*Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан*

Научные руководители: Ж. Д. Садыков, Н. С. Холмирзаев

В мировой практике научные и конструкторские работы преимущественно ведутся в направлении разработки и создания пассивных систем солнечного отопления, отличающихся от активных систем своей простотой и дешевизной. Простота конструктивных решений пассивных систем солнечного отопления не требует больших дополнительных капитальных, эксплуатационных и ремонтных затрат. Отсутствие расходов на оборудование и незначительное удорожание здания с пассивной системой солнечного отопления по сравнению с обычным зданием делает эти системы весьма перспективными и конкурентоспособными.

При проектировании пассивных систем солнечного отопления крайне важны: планировка и правильная ориентация; выбор оптимальной формы здания; эффективная теплоизоляция; эффективная система вентиляции. Выполнение перечисленных мероприятий практически не удорожает строительство, а лишь оптимизирует результаты.

Одним из наиболее часто встречающихся недостатков конструкции теплоаккумулирующей стенки в проектируемых сооружениях с солнечным теплоснабжением является использование стенки малой аккумулирующей способности при большом ее термическом сопротивлении. Следствием этого становится значительное повышение температуры наружной поверхности стенки, ведущее к увеличению тепловых потерь через остекление [1]–[3].

Рассмотрим передачу тепла через слой теплоаккумулирующей стенки, разделяющей две воздушные среды с постоянными температурами и давлениями наружного и внутреннего воздуха, процесс является стационарным, плотность теплового потока на поверхности стенки постоянная. Если учесть пористость стенки P как отношение объема пор ко всему объему материала или площади пор в сечении к общей площади сечения, то:

$$\frac{V_n}{V} = P = \frac{S_n}{S}. \quad (1)$$

Через толщину перфорированной стенки от наружной поверхности к внутренней проходит постоянное количество воздуха G кг/(м² · ч) с удельным весом ρ кг/м³ и удельной теплоемкостью C_p кДж/(кг · К). Для скелета перфорированной стенки коэффициент теплопроводности λ_w Вт/(м · К) принимается постоянным.

Перенос тепла в стенке определяется как сумма двух составляющих теплового потока:

$$q_x = -\lambda_w(1-P)\frac{dt}{dx};$$

$$q_{x+dx} = -\lambda_w(1-P)\frac{d}{dx}\left(t + \frac{dt}{dx}dx\right), \quad (2)$$

где q_x , q_{x+dx} – тепловые потоки, направленные к стенке и от нее через элементарный слой dx .

Тепловой поток в элементарном слое стенки в стационарных условиях изменяется вследствие расхода тепла на подогрев инфильтруемого воздуха. Тепловой баланс для элемента стенки определяется разностью:

$$dq = q_x - q_{x+dx}. \quad (3)$$

Расход тепла (за счет теплообмена между стенкой и воздухом) на подогрев воздуха через элементарный слой составит:

$$dq = GC_p dt. \quad (4)$$

В соответствии с уравнением теплового баланса (3), с учетом (2), (4) и введя обозначение

$$K = \frac{GC_p}{\lambda_w(1-P)},$$

получим:

$$\frac{d^2t}{dx^2} - K \frac{dt}{dx} = 0. \quad (5)$$

Общее решение уравнения (5) имеет вид:

$$t = C_1 e^{Kx} + C_2. \quad (6)$$

Постоянные C_1 и C_2 определяются из граничных условий.

При $x = 0$ от поверхности внутрь стенки поступает тепловой поток:

$$q = q_w + GC_p \Delta t, \quad (7)$$

где q_w – тепловой поток, передаваемый скелетом перфорированной стенки.

Согласно закону Фурье:

$$q_w = \lambda_w (1 - P) \frac{dt}{dx}.$$

Подставляя значение q_w в уравнение (7) и продифференцировав уравнение (6), получим:

$$q = \lambda_w (1 - P) C_1 K e^{Kx} + GC_p \Delta t.$$

При граничном условии $x = 0$ имеем:

$$q = \lambda_w (1 - P) C_1 K + GC_p \Delta t, \quad (8)$$

где q – тепловой поток на поверхности стенки.

Из уравнения (8) получим:

$$C_1 = \frac{q}{GC_p} - \Delta t. \quad (9)$$

При $x = \delta$ уравнение (6), с учетом (9):

$$C_2 = t_r - \left(\frac{q}{GC_p} - \Delta t \right) e^{K\delta}. \quad (10)$$

С учетом уравнений (9) и (10) уравнение (6) можно переписать в виде:

$$t - t_r = \left(\frac{q}{GC_p} - \Delta t \right) (e^{Kx} - e^{K\delta}). \quad (11)$$

При измерениях температуры в двух точках модели t_1 и t_2 в одном режиме получим распределение температуры по толщине перфорированной стенки:

$$(t_1 - t_r) / (t_2 - t_r) = (e^{Kx_1} - e^{K\delta}) / (e^{Kx_2} - e^{K\delta}). \quad (12)$$

Полученное уравнение (12) позволяет рассчитывать распределение температуры по толщине стенки при различных расходах воздуха при постоянном тепловом потоке на поверхности стенки.

Температура тепловоспринимающей поверхности изменяется быстро по мере увеличения расхода воздуха, а внутренней поверхности – незначительно. На тепловоспринимающей поверхности (наружной) наблюдаются дискретные колебания скорости потока воздуха и температуры, на внутренней поверхности эти колебания сглаживаются.

Полученная математическая модель с достаточной степенью точности согласуется с результатами эксперимента, выполненного на модели теплоаккумулирующей стенки.

Л и т е р а т у р а

1. Даффи, Дж. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман. – М. : Мир, 1977. – 420 с.

2. Ким, В. Д. Гелиотехника / В. Д. Ким, Ж. Д. Садыков, Б. Э. Хайридинов. – 1998. – № 6. – С. 38–42.
3. Чакалев, К. Н. Гелиотехника / К. Н. Чакалев, Ж. Д. Садыков. – 1992. – № 4. – С. 54–56.

ИНТЕГРАЦИЯ СЭС В ЗАМКНУТУЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СЕТЬ 110 кВ

О. С. Богомолова, В. В. Кирик

Национальный технический университет

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина

В объединенной энергосистеме Украины, которая является системообразующей отраслью, происходят довольно существенные изменения. Централизованный способ функционирования электроэнергетической системы исчерпал свои резервы. Затратно-экстенсивный принцип сырьевой (прежде всего углеродной и урановой) энергетики привел отрасль к неотвратимо растущим расходам на поддержание параметров электрооборудования и сетей в пределах их эксплуатационной надежности.

Необходимо качественное реформатирование структуры и философии функционирования электроэнергетики, ориентация на безресурсную генерацию – возобновляемые источники энергии, с использованием самоуправляемых на локальных уровнях «умных сетей», с развитием распределительных сетей на основе внедрения новых уровней напряжений для уменьшения потерь мощности, совершенствование и развитие топологии сетей.

Возобновляемые источники энергии можно рассматривать как источники распределенной генерации (ИРГ), и их введение в электрическую сети приводит к изменению ее режимных параметров: происходит перераспределение мощностей по линиям электропередачи (ЛЭП) и, соответственно, изменение профиля напряжения в сети. Величина изменения напряжения зависит от мест установки ИРГ, их мощности и $\cos \varphi$ (генерация или потребление) [1].

Еще одной проблемой, которая возникает на этапе проектирования, является выбор оптимального места подключения ИРГ к электрической сети, поскольку данный фактор оказывает значительное влияние на потери мощности в сети в целом. Желания потребителя о введении мощности ИРГ не всегда совпадают с техническими возможностями сети. Разница между потерями мощности в случае, когда ИРГ подключен в наиболее оптимальном и наименее оптимальном узлах, может превышать 10 % [2].

Цель работы заключается в обосновании выбора оптимального места интеграции солнечной электростанции (СЭС) и определение значения ее мощности для обеспечения минимальной величины потерь активной мощности в сети при соблюдении показателей качества электроэнергии.

Для обоснования целесообразности оптимального места интеграции СЭС в замкнутую электрическую сеть разработан стартап-проект, основной идеей которого является развитие существующей электрической сети путем подключения к ней новой подстанции с целью предоставления услуги надежной поставки электрической энергии потребителям и сравнения возможных схем подключения подстанции к сети с конкурентными вариантами, имеющих сходные технико-экономические показатели. Таким образом, проведены расчеты режимных параметров пяти тестовых 8-узловых замкнутых сетей напряжением 110 кВ различной конфигурации и выполнен анализ влияния источников распределенной генерации на режим работы сети. При этом рассмотрены варианты подключения СЭС с возможной мощностью генерации в диапазоне от 13 до 31 МВт с ша-

гом 2 МВт для каждого из узлов схемы. Рассмотрено влияние генерации СЭС на системные режимные параметры, такие как напряжение в узлах и потери мощности в линиях, без учета стохастического характера мощности.

Анализ режимных параметров выполнялся в программной среде DigSilent Power Factory для каждой из пяти схем электрической сети.

На рис. 1 представлена одна из пяти схем электрической сети, для которых выполнялся анализ режимных параметров при введении распределенной генерации в узлы сети.

На основе данных моделирования режимов получены следующие графические зависимости активных (рис. 2) и реактивных (рис. 3) потерь мощности от загрузки трансформаторов в узлах сети, а также зависимость потерь активной мощности от мощности генерации (рис. 4).

На рис. 2 и 3 в первом узле наблюдается нехарактерное для других узлов резкое падение кривой потерь мощности. Такой характер кривой вызван тем, что при максимальной мощности трансформатора в данном пункте сети (по линиям питания узла перетекают значительные потоки мощности) при увеличении мощности СЭС происходит существенная разгрузка трансформатора и уменьшение потоков мощности по линиям и, как следствие, снижение потерь мощности в них и повышение уровня напряжения в узле.

При наличии в сети СЭС потери активной мощности снижаются с увеличением мощности генерации (рис. 4), исключая наиболее удаленные узлы от балансирующего пункта (БП) «0», в которых уменьшение потерь имеет место примерно в 60 % загрузки трансформаторов. При значительных перегрузках трансформаторов (до 130 %) имеет место увеличение потерь реактивной мощности в сравнении с потерями в сети без мощности СЭС.

Зависимость активных потерь мощности в сети от загрузки трансформаторов имеет нелинейный характер. Для каждого узла при одном значении загрузки трансформатора активные потери отличаются. При низком коэффициенте загрузки имеют место небольшие потери реактивной мощности. При повышении загрузки трансформаторов скорость увеличения реактивных потерь выше, чем активных.

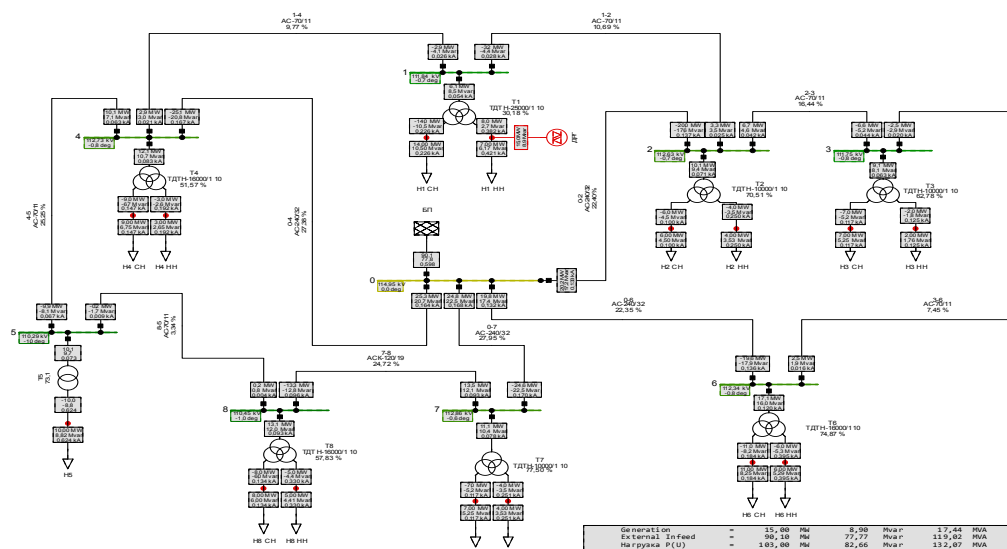


Рис. 1. Расчетная модель схемы электрической сети с СЭС в первом узле в программной среде DigSilent Power Factory

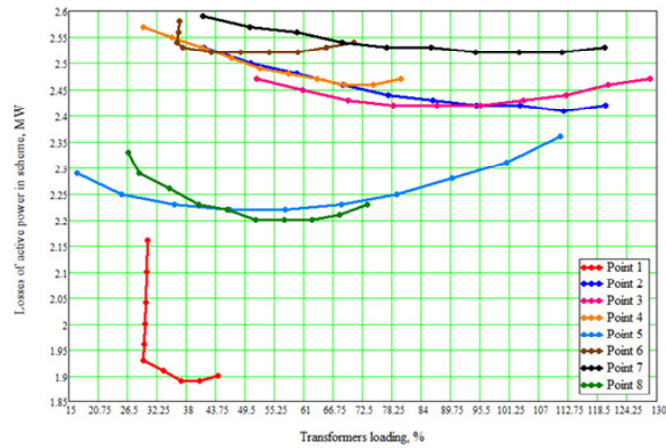


Рис. 2. Зависимость потерь активной мощности от нагрузки трансформатора

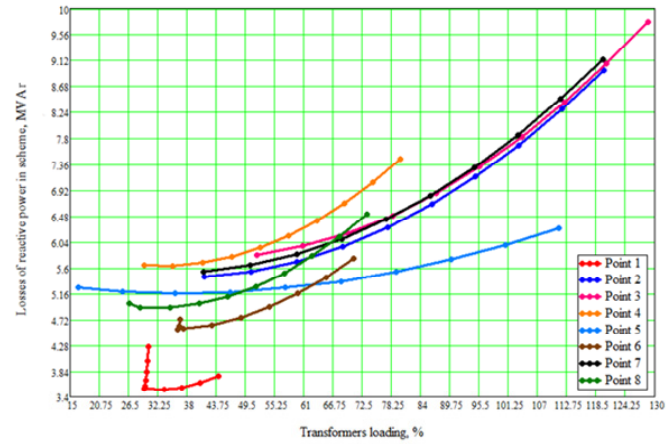


Рис. 3. Зависимость потерь реактивной мощности от загрузки трансформатора

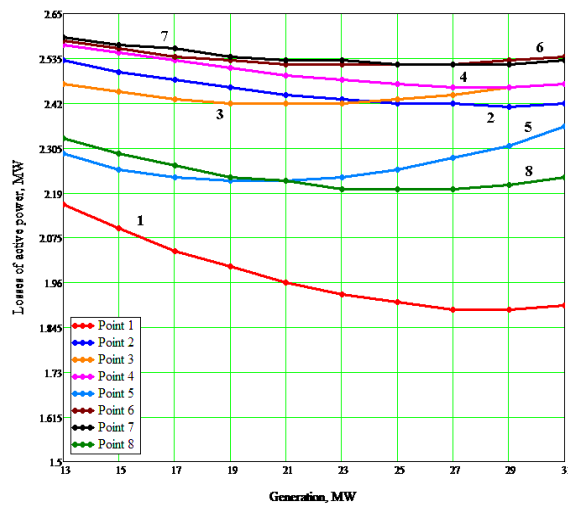


Рис. 4. Зависимость потерь активной мощности от мощности генерации

Анализ результатов моделирования показал, что нет линейной зависимости между потерями мощности и мощностью генерации, а также нагрузкой в пунктах схемы. Однако можно наблюдать определенную зависимость потерь мощности от того, как далеко расположен источник распределенной генерации от балансирующего пункта.

Для более детального исследования данной зависимости рассчитаны коэффициенты токораспределения для схемы без источника распределенной генерации и определено, какой процент от тока БП поступает в каждый из пунктов схемы. Результаты приведены на рис. 5.

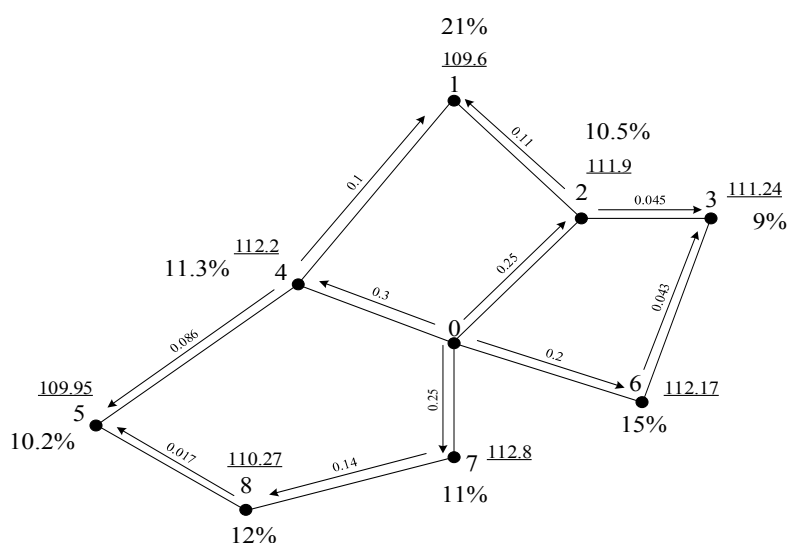


Рис. 5. Схема электрической сети 110 кВ с коэффициентами потокораспределения мощности

Самым оптимальным вариантом интеграции солнечной электростанции выступает узел мощностью 29 МВт в пункте № 1 схемы. Потери активной мощности при данном режиме составляют 1,89 МВт, что на 32 % меньше, чем при режиме, когда СЭС отсутствует. А также пункт 1 является точкой потокоораздела с наибольшей долей тока БП.

Для подтверждения выводов, полученных при исследованиях, проведенных на спроектированной электрической сети, были рассмотрены пять электрических сетей 110 кВ. Выполнено моделирование их режимов работы без СЭС и с интеграцией СЭС во все пункты схемы по очереди и установлена закономерность наименьших потерь мощности в сети при интеграции СЭС в точку потокоораздела с наибольшей долей тока от балансирующего пункта.

Таким образом, для исследуемых замкнутых сетей напряжением 110 кВ оптимальным узлом для подключения СЭС является узел, в котором имеет место потокораспределение мощности. При наличии нескольких таких узлов в сети оптимальным из них для подключения является узел с максимальной нагрузкой. Оптимальная мощность СЭС в узле не должна превышать 110 % мощности установленного трансформатора.

Оптимальным местом интеграции солнечной электростанции в замкнутую электрическую сеть напряжением 110 кВ, для обеспечения минимального значения потерь активной мощности, можно считать узел потокоораспределения мощности с наибольшей долей тока от балансирующего пункта.

В качестве оптимального значение мощности ИРГ в определенном узле можно принять мощность, которая превышает не более чем на 10 % суммарную мощность установленных в нем трансформаторов.

Предложенный подход позволит выполнить предварительную оценку места установки ДРГ и значение ее мощности, не тратя для этого слишком много времени для выполнения больших объемов многовариантных расчетов режимов работы сети.

Литература

1. Haesen, E. Optimal placement and sizing of distributed generator units using genetic optimization algorithms / E. Haesen, M. Espinoza // *Electrical Power Quality and Utilisation Journal*. – 2005. – Vol. 1. – № 1. – P. 97–104.
2. Кириленко, О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах / О. В. Кириленко, В. В. Павловський, Л. М. Лук'яненко // *Технічна електродинаміка*. – 2011. – № 1. – С. 46–53.

MATHEMATICAL MODEL OF THERMAL SCHEME OF BACKPRESSURE TURBINE 100 MW

Zhang Zheng

*Educational institution «Sukhoi State Technical University of Gomel»,
Republic of Belarus*

Scientific Supervisor M. Novikov

The reduction of energy consumption, combined with a steady increase in energy prices, the increase in tariffs for electricity and heat energy, characteristic of recent decades, all contributed to a sharp increase in interest in improving the efficiency of CHP (cogeneration combined heat and power). Since the power units of power plants not only operate at rated power, but often change their load, it is obvious that their design and operation should be provided with the following conditions:

- changing the load should not reduce the reliability of the unit;
- the change in the load should be as low as possible compared with the nominal regime of deterioration of efficiency. Therefore, the purpose of this work was to determine the optimal operating parameters of the thermal scheme of the power plant with backpressure turbines.

The literature on existing ways of expanding the range of regulation of CPP (condensing power plant) and CHP (cogeneration combined heat and power) was reviewed. The methods implemented by changing the existing structure of the thermal scheme are considered, they include:

- moving the initial pressure of fresh steam;
- variable temperature of fresh steam;
- disconnection of the high pressure heaters (HPH);
- combined method.

Currently, traditionally, only the steam pressure selected for production needs is regulated in type P turbines, and its temperature can vary widely depending on the values of thermal loads. When regulating the power of the unit with the help of steam distribution of the turbine, the boiler and the steam lines of fresh steam are constantly under the influence of the nominal initial pressure. When regulating the power of the boiler, when the load of the unit corresponds to approximately proportionally varying initial pressure, long-term operation at low pressure increases the durability of the metal heating surfaces of the boiler and steam lines going to the turbine. At the same time the reliability of the turbine increase.

Since the steam pressure in front of the turbine changes (slides) according to the load, and the steam temperature is maintained constant, the temperature in most critical elements of the turbine remains unchanged. Due to this, when the load changes, additional thermal expansion does not appear, there is no uneven heating along the circumference, specific to the partial load of turbines with nozzle steam distribution, the stresses, especially dynamic, in the blades of the first stage, i.e. the reliability of the turbine operation and its ability to maneuver increase. Since the regulation of the sliding pressure does not require a dedicated first (control) stage, partial supply and nozzle boxes for individual groups of nozzles, on the one hand, the turbine design is somewhat simplified, on the other hand, the turbine efficiency increases at the nominal mode.

However, for the qualitative conduct of the technological process in a number of industries (chemical, petrochemical, etc.) precise regulation of the temperature of the selected steam, as well as its pressure is required. Therefore, a number of enterprises using turbines of type P, on their own set up steam lines regulating heat exchangers, where water injection is used to reduce the temperature of the steam behind the turbine or the release of fresh steam from the boiler through the RCI (reduction cooling installation) to increase this temperature. Of course, the use of this method to regulate the temperature of the steam behind the turbine is accompanied by a loss of heat, which leads to fuel overruns. In addition, the use of cooling water is limited to the occurrence of hydraulic thermal shocks, and the implementation of the above method leads to a complication and increase in the cost of the scheme, as well as to a decrease in reliability.

The study of the thermal scheme of the unit with a turbine type R-100-130/15 was carried out by numerical method. For this purpose, a mathematical model for calculating the schematic thermal diagram was developed which was implemented using the mathematical package Mathcad. The thermal scheme of the power unit is shown in Fig. 1. It includes equations of thermal and material balances of elements of the thermal scheme and equations of elements of the control system.

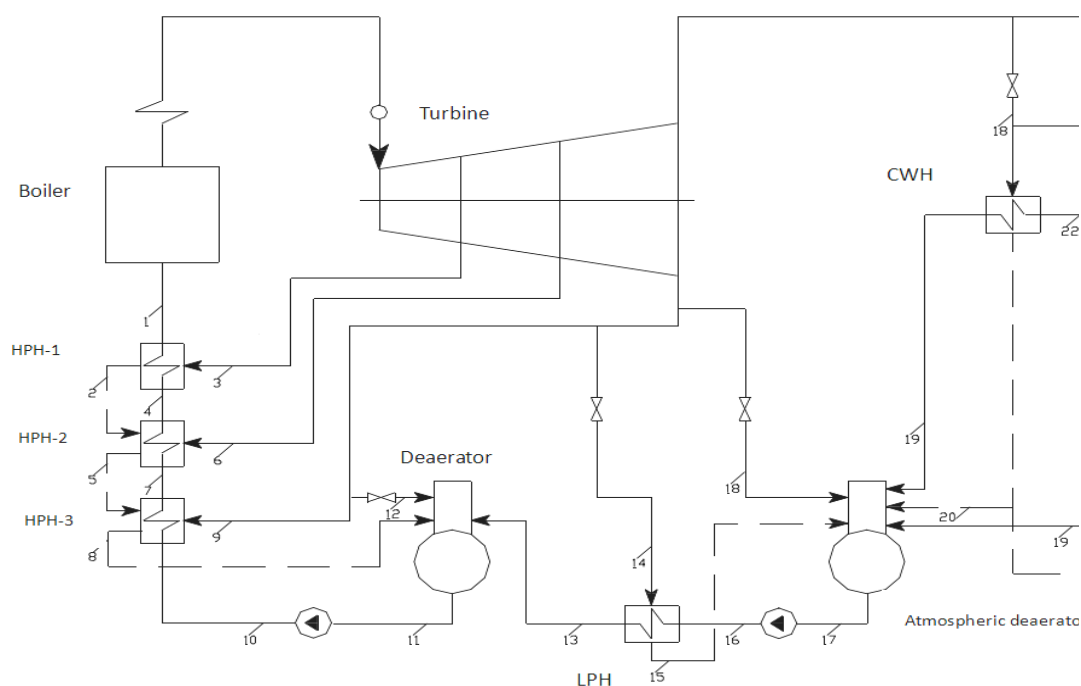


Fig. 1. The basic thermal scheme of PTU R-100-130 / 15

To check the adequacy of the developed mathematical model, the calculation of the parameters of the thermal scheme of the turbine at characteristic points was carried out and the values of the steam flow in the elements of the thermal scheme of the turbine were determined and the internal efficiency of the turbine was determined. The calculation results are presented in Fig. 2 and 3. The figures also show the typical energy characteristics of the turbine p-100-130/15.

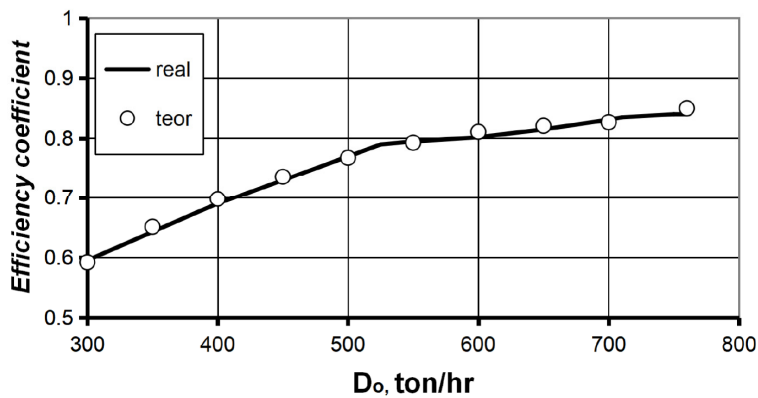


Fig. 2. Internal effectiveness of the turbine

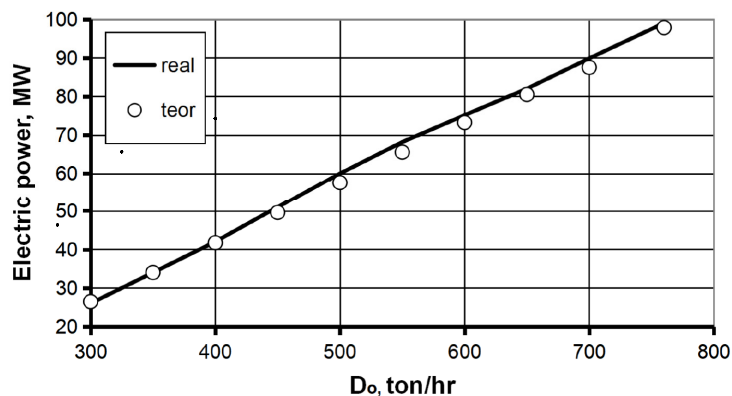


Fig. 3. Electrical power of the turbine unit

As follows from the results, the developed simulation model allows to determine the main parameters of the turbine unit at different loads with an accuracy of less than 5 %. Determining the impact of individual parameters on the efficiency of the work is the next step in the research.

Секция IV
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, АВТОМАТИКА,
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ, СВЯЗЬ

ПЕРЕДАЧА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
В КОРОТКОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ НЕФТЕПРОВОДНОГО
ТРАНСПОРТА

Н. А. Аверков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: А. В. Сахарук, Ю. В. Крышнев

Важным аспектом работы автономных измерительных станций (АИС) нефтепроводного транспорта является обеспечение их работоспособности в условиях не только отсутствия стационарного электропитания, но и в условиях отсутствия сотовой связи (повреждение вышек, внеплановое отключение аппаратуры мобильного оператора связи, расположение АИС вне зоны охвата сотовой связью).

Одним из возможных способов решения данных проблем является аварийная радиосвязь – связь с использованием радиоканала, обычно организуемая для передачи сигналов бедствия, информации об угрозе, возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В настоящее время в технике связи используется аналоговая радиосвязь на коротковолновых (КВ) частотах, причем наметилась тенденция к замене аналоговых систем передачи информации на цифровые. Причина этому – существенные преимущества цифровых систем перед аналоговыми: возможность хранения полезной информации в файле, возможность передачи больших объемов информации, так как данные представлены универсальными единицами цифровой информации (байтами, и цифровыми словами разрядности, кратной байту).

Вместе с тем цифровые системы являются более сложными, нежели аналоговые, при их разработке требуется более глубокий анализ элементов системы, более широкое использование основных положений теории связи.

Короткие волны – диапазон радиоволн с частотой от 3 МГц (длина волны ~100 м) до 30 МГц (длина волны ~10 м). Короткие волны распространяются как земной, так и отраженной волной от ионосферы [1] (рис. 1).

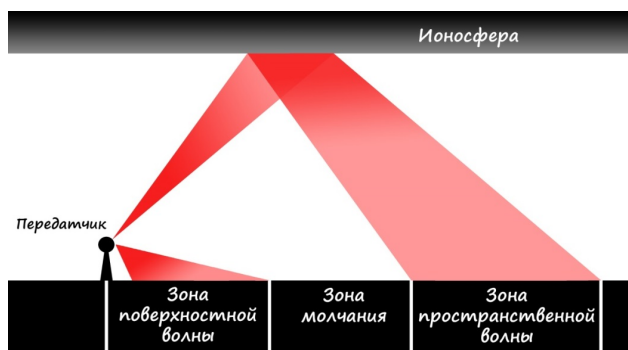


Рис. 1. Принцип распространения волн КВ диапазона

На Android-устройстве через звуковую карту генерируется звуковой сигнал, содержащий в своем спектре 10 гармоник, формирующих байт полезной информации. Первая и последняя гармоники не несут в себе никакой информации, а служат только для детектирования сигнала на принимающей стороне. На рис. 2 показан принцип формирования одного байта информации 0 x FF спектром сигнала. Сигнал формируется программно, используя алгоритм быстрого преобразования Фурье.

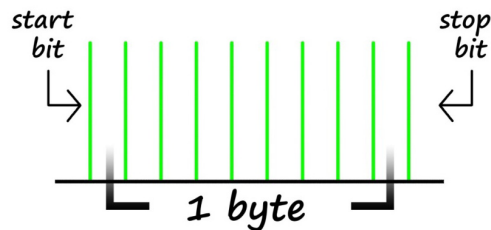


Рис. 2. Принцип формирования одного байта информации спектром сигнала

На рис. 3 показан реальный спектр сформированного сигнала, снятый со звуковой карты ноутбука.

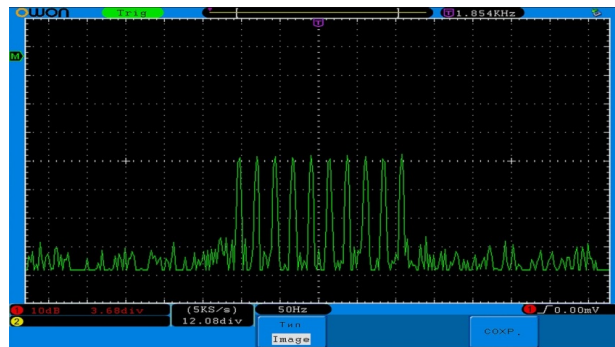


Рис. 3. Спектр сигнала

Далее звуковой сигнал подается на КВ приемопередатчик для передачи байта сообщения.

На приемной стороне автономная радиостанция, контролируемая микрокомпьютером Raspberry PI 3, производит распределение и регулировку потока сообщений между приемопередатчиками. Она необходима для того, чтобы сообщения доходили до адресатов, не перекрываясь другими сообщениями. На рис. 4 показан принцип общения в системе, где B – центральная радиостанция, A_n – приемопередающие устройства.

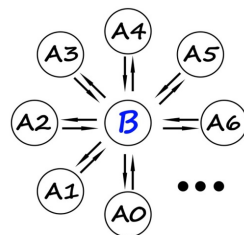


Рис. 4. Общая схема организации передачи данных

Литература

1. Короткие волны. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Короткие_волны/. – Дата доступа: 01.06.2019.

ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГИСТРАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ

А. И. Березявка

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. А. Захаренко

Спектр приложений и задач, в которых может потребоваться измерение температуры, очень широк, начиная от простейшего комнатного термометра и заканчивая сложными устройствами, которые измеряют температуру в цехах предприятий, медицине и других сферах. Пожалуй, температуру можно назвать одним из самых часто измеряемых параметров.

В качестве первичных преобразователей температуры в схеме используются термометры сопротивлений. В отличие от термоэлектрических преобразователей (термопар), с помощью которых можно измерять только разность температур по отношению к некоторому известному уровню, термометры сопротивлений позволяют измерять и абсолютные значения температуры.

Общие технические требования к термопреобразователям сопротивления приведены в ГОСТ 6651–2009.

Структурная схема четырехканального измерителя-регистратора температуры приведена на рис. 1.

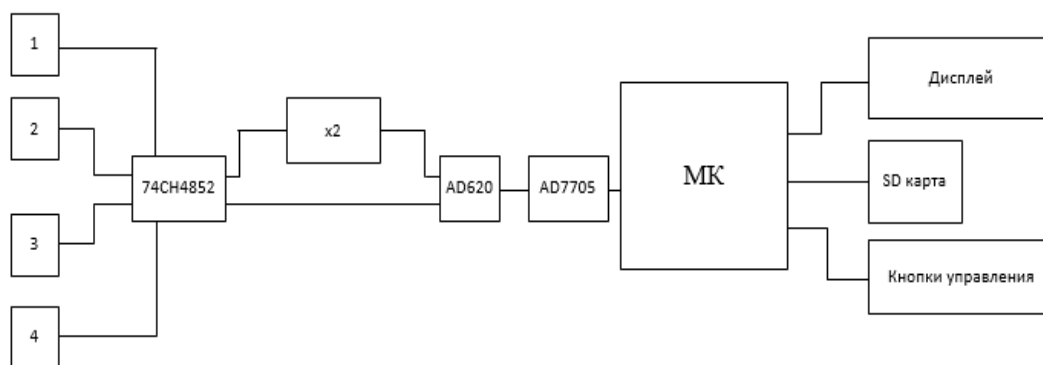


Рис. 1. Структурная схема четырехканального измерителя-регистратора температуры: 1–4 – термометры сопротивлений; МК – микроконтроллер; 74СН4852 – мультиплексор/демультиплексор; AD620 – инструментальный усилитель; AD7705 – АЦП

Для исключения влияния соединительных проводов термопреобразователи сопротивления подключаются по трехпроводной схеме (рис. 2). По требованиям стандарта для исключения саморазогрева датчика ток источника тока должен быть не более 1 мА.

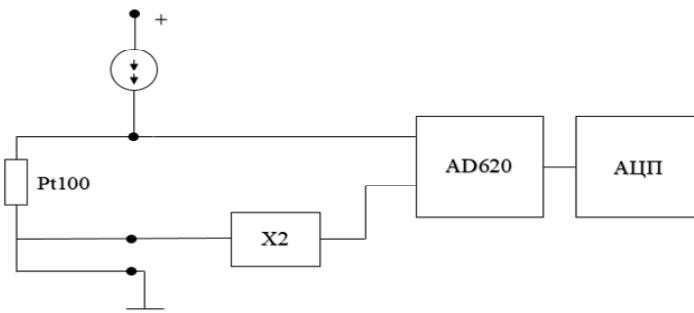


Рис. 2. Схема подключения датчика

Для обеспечения высокой точности измерений был выбран прецизионный 16-битный сигма-дельта аналого-цифровой преобразователь (АЦП) AD7705, имеющий следующие отличительные особенности:

- два полностью дифференциальных входных канала АЦП;
- погрешность нелинейности 0,003 %;
- программируемый коэффициент усиления от 1 до 128;
- трехпроводный последовательный интерфейс SPI[®]-, QSPI[™]-, MICROWIRE[™]- и DSP-совместимый.

Для подключения четырех датчиков к одному АЦП используются аналоговый мультиплексор/демультиплексор 74HC4852 (рис. 3).

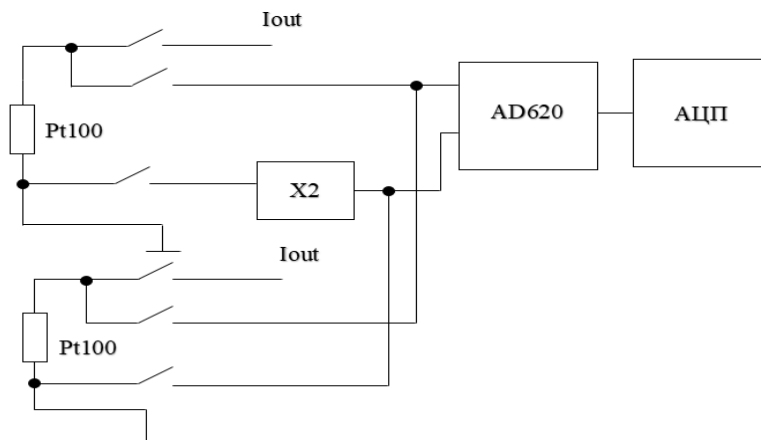


Рис. 3. Схема подключения термометров сопротивлений

Современные цифровые способы обработки сигналов позволяют разработать прибор, который будет работать с различными типами термометров сопротивлений, при этом выбор типа датчика осуществляется программно. В данном измерителе-регистраторе на данный момент реализована возможность подключения двух типов: Pt100 и 100П. Для минимизации погрешностей в приборе реализована возможность его программной калибровки.

Отображение данных осуществляется на двухстрочном дисплее. Для записи измеренной температуры каждые 5 мин в устройстве реализована возможность подключения SD-карты с файловой системой FAT и микросхемы часов реального времени DS1307.

Литература

1. Измерения в промышленности : справочник : в 3 кн. ; под ред. Я. Профоса. – М. : Металлургия, 1990. – К. 2. Способы измерения и аппаратура.
2. ГОСТ 6651–2009. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖЕРА
ДЛЯ ХОЛОДНЫХ ПРОДАЖ**

К. В. Бобылев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Сахарук

Холодные продажи представляют собой такой вид продаж, когда покупатель, будучи безразличным к продукту и не заинтересованным в консультации менеджера, после разговора с ним превращается в клиента. Одновременно с этим повышаются и объемы продаж. Такие продажи нередко воспринимаются (и даже называются некоторыми специалистами) как спам и не всегда характеризуются положительно.

Клиенты, в свою очередь, во множестве случаев воспринимают продавца негативно, ведь он как бы навязывает им продукт. Но при помощи грамотных и правильных действий менеджер может легко изменить отношение к себе и вызвать в людях интерес к покупке, и это является решающим фактором для реализации любого товара или услуги.

Представим, что есть некий предприниматель Василий, который владеет интернет-магазином велосипедов. В самом начале Василий вел учет продаж с помощью блокнота и таблицы в Microsoft Excel. Когда заказов стало много, Василий уже не мог лично контролировать каждую сделку и нанял менеджеров по продажам, но клиенты стали уходить. Наш предприниматель никак не мог понять почему. Заявок больше, а клиентов меньше. Тогда Василий внедрил CRM-систему. И вот новый клиент заполнил форму обратной связи на сайте. CRM-система сама сохранила контактные данные клиента и отправила Василию уведомление о новой заявке. Василий по-прежнему прямо в системе назначил на эту заявку ответственного менеджера и поставил ему задачу связаться с клиентом. Менеджер позвонил, однако после разговора клиент передумал покупать велосипед. К счастью, CRM-система сохранила запись звонка (историю сообщений) и Василий смог его прослушать. Выяснилось, что менеджер не смог подробно проконсультировать клиента по выбранной модели велосипеда. Теперь Василий проводит для всех менеджеров обучающие лекции о велосипедах и каждого по итогам экзаменует. В результате продажи уже через месяц после нововведения выросли на 30 %. Об этом Василий опять же узнал из CRM-системы, которая сама формирует и присылает ему регулярные отчеты [1].

Первая CRM современного типа – Siebel CRM (рис. 1) – появилась еще в 1993 г.

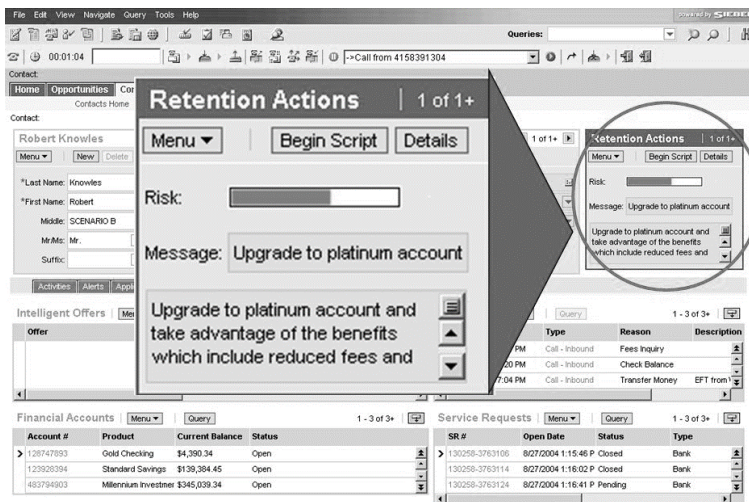


Рис. 1. Siebel CRM

Сегодня на рынке очень много разных систем управления отношениями с клиентами (Битрикс24, AmoCRM, FreshOffice и т. д.): и облачных, и таких, которые нужно устанавливать, с разными наборами функций. С каждым годом выходят новые решения.

Система управления взаимоотношениями с клиентами (сокращение от англ. CustomerRelationshipManagement) – программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов. CRM-системой можно считать любой вариант контроля и учета, который поможет улучшить взаимодействие с клиентами.

Основная цель любой CRM – это систематизация данных о клиентах и повышение уровня продаж. Задачи CRM-системы: создание единой базы клиентов компании; контроль работы сотрудников или самоконтроль (если вы работаете одни); хранение информации о клиентах, сделках, о том, на какой стадии находится каждый из клиентов; автоматизация создания отчетов и документов; организация командной работы; отслеживание эффективности каждого сотрудника; отслеживание реального положения дел в компании; проведение сегментации целевой аудитории; администрирование и планирование продаж; привлечение новых и удержание старых клиентов [2].

Преимущества системы заключаются в следующем:

1. Время. Как и для любой автоматизирующей системы, главным ее преимуществом является экономия драгоценного рабочего времени работников и руководителей.

2. Множество инструментов управления компанией в одной программе. Продвинутое CRM позволяют управлять всеми составляющими бизнеса – проектами, персоналом, учетом клиентов, коммуникациями, финансами, документооборотом, временем, сайтом, рассылками и др.

3. Все данные – в одном месте. Хорошая CRM умеет хранить все данные по проектам, клиентам, контактам в одном месте, поэтому вся информация за все годы всегда под рукой у каждого из сотрудников.

4. Эффективная оптимизация работы персонала. Работа через CRM позволяет увидеть, кто из сотрудников чем занят, какая у кого нагрузка и насколько эффекти-

вен каждый работник, что дает возможность распределять работу наиболее оптимальным образом, а также автоматизировать контроль сроков.

5. Получение аналитики по продажам. CRM позволяет автоматически строить воронки продаж, графики, что помогает проследить ход продаж в динамике и вовремя заметить те направления, на которых нужны корректировки.

6. Экономия средств. Лучшие CRM имеют широкий набор коммуникаций, что позволяет экономить десятки тысяч в год на оплате телефонных звонков.

7. Простота внедрения. Прошли те времена, когда для внедрения CRM нужно было вызывать команду специалистов и тратить несколько дней на установку. Сегодня для внедрения CRM достаточно скачать установочный файл с сайта разработчика или воспользоваться коробочной версией продукта.

8. Уменьшение оттока клиентов [3].

К недостаткам относятся:

1. Внедрение системы, как и все новое, может встретить отторжение и неприятие среди сотрудников. Не всем легко дается изучение нового софта, и у бухгалтера тети Кати могут возникнуть объективные сложности.

2. Если вдруг в работе программного обеспечения происходит сбой, это может остановить полностью работу компании.

3. Высокая стоимость – хороший софт стоит денег.

4. Низкий эффект от внедрения CRM. Наличие CRM еще не гарантирует высоких продаж и потока локальных клиентов. Если говорить прямо, если этим инструментом пользоваться неправильно, то рассчитывать на рост прибыли не стоит [4].

Классифицировать CRM-системы можно по различным параметрам. Системы управления взаимоотношениями с клиентами бывают разными по назначению, по уровню обработки информации, по способу организации. Также их можно классифицировать в зависимости от вида бизнеса, которому они подходят.

Начнем с классификации по назначению:

- системы для управления маркетинговыми активностями;
- системы для управления продажами;
- системы для управления клиентским обслуживанием.

По способу организации (по методу распространения CRM):

- Saas (облачные);
- Standalone.

По типу точек доступа к CRM подразделяются на:

- Onlineapplication;
- DesktopApplication.

Различаются CRM и по уровню обработки информации:

- операционные;
- аналитические;
- коллаборационные;
- комбинированные.

В зависимости от вида бизнеса можно классифицировать CRM-системы на следующие виды:

- для автоматизации работы компании в бьюти-сфере;
- для отделов продаж;
- для интернет-магазинов.

Также CRM различаются по стоимости – они могут быть платными и бесплатными.

Внедрение CRM – это важный и серьезный шаг к улучшению управления вашей компанией. Но процесс этот требует определенных усилий и должен проводиться в несколько этапов:

1. Решите для себя, какие задачи и цели будет решать эта система.
2. Необходимо определиться с приоритетностью задач и целей, чтобы понять, какие из них и в каком порядке вы будете переносить в CRM.
3. Определите те критические точки, которые были в процессах из-за того, что вы работали по старинке.
4. Обучите сотрудников работать с новой системой.
5. Спустя время соберите обратную связь и при необходимости внесите корректировки в работу.

Еще один важный вопрос – внедрять систему самостоятельно или доверить это дело профессионалам? На рынке много предложений о помощи с внедрением CRM в бизнес-процесс, но стоит ли доверять кому-то со стороны?

Если у вас микробизнес на 1–2 человека, то с внедрением простой системы вы разберетесь и сами. Среднему бизнесу и компании с количеством сотрудников больше 10-ти понадобится помощь, особенно если предполагается интеграция с разным софтом и сервисами. Да, это будут дополнительные расходы на оплату услуг, но зато все будет корректно настроено.

Внедрение CRM – важный шаг для вашей компании, становление на путь большей эффективности. Это упростит управление компанией и сделает команду более организованной и сплоченной. Вам осталось лишь выбрать то решение, которое подойдет под ваши задачи [5].

Многие компании желают иметь оригинальное программное обеспечение, которое будет заточено под их специфику работы предприятия. Программисты всего мира рады помочь им в этом начинании.

Разработка CRM дело довольно кропотливое и требует пару месяцев. Мало создать программу, нужно проследить за ее работой, внедрить в структуру фирмы или компании. Систему нужно запустить, отладить и максимально подогнать под требование заказчика.

Создание новой CRM-системы стоит довольно дорого. У подобного решения проблемы есть как преимущества, так и недостатки.

Преимущества. Плюс создания подобной системы с нуля заключается в том, что исполнитель максимально выполняет требования заказчика. То есть программа максимально отвечает специализации и направленности производства.

Кроме того, заказчик может выразить желание в виде дополнительных функций или каких-то требований по поводу оформления. Интерфейс является важной частью программы, а заказчик определяет его вид и степень сложности. Если пользователь не слишком разбирается в компьютерах, то интерфейс делают по возможности наиболее простым в управлении.

Создание таблиц, телефонных центров, количество памяти – это все обговаривается с заказчиком, также как и имя домена.

Недостатки. К сожалению, у подобного типа разработки есть свои минусы. Они заключаются исключительно в человеческом факторе, потому что программа подвести просто не может.

Программист может некачественно выполнить свою часть соглашения, допуская ошибки в работе программы. Таким образом могут быть утеряны очень важные данные, может нарушиться работа всей системы. Неоднократно возникают случаи, когда программное обеспечение работает нормально после отладки, но спустя месяц

видны мелкие недочеты, не дающие комфортно работать.

Другая причина скрывается в самом заказчике, который не представляет конкретно поставленных задач и вообще специализации программы. Факторы, требующие заострения внимания, просто не учитываются, программист не может выполнить бестолковое и сумбурное задание хорошо. В результате получается довольно отвратительная работа и возникает мысль «Лучше бы готовую купили».

Несмотря на полезность и универсальность программы по взаимоотношению с клиентами, системы не нужны абсолютно всем. Есть отрасли, где их использовать не получится. Например, это обычные розничные магазины. Контакты клиентов не фиксируются, а отличный сервис здесь строится на широком ассортименте товаров, их цене и качестве, доброжелательности и профессионализме продавцов. Нет особого смысла внедрения и в случае, если компания работает на пределе своих производственных мощностей. Заключены долгосрочные договора, поиск новых клиентов не ведется, расширения предприятия не планируется.

Пользу CRM-системы принесут бизнесу, который растет, ищет новых покупателей и стремится удержать их, сделав постоянными. И не так важно, крупное предприятие или нет. Отличие будет лишь в функциональности используемой программы.

Больше всего они применяются в IT-компаниях, коммуникационных, производственных, финансовых, торговых предприятиях, в сфере услуг и туризма [6].

Л и т е р а т у р а

1. Урок 3. Холодные продажи. Холодные звонки / 4BRAIN. 2011. – Режим доступа: <https://4brain.ru/prodazhi/cold.php>.
2. CRM-системы – что это такое? Обзор лучших решений для бизнеса / Блог «Интернет-маркетинга». – Режим доступа: <https://internet-marketings.ru/crm-sistemy-chno-eto-takoe/>.
3. CRM-система – что это и как работает? / Лучший блог про CRM-системы. – Режим доступа: <https://best-crm.ru/crm-system-chno-eto-kak-rabotaet/>.
4. Что такое CRM-система и как в ней работать / ООО «Венчурный акселератор». – Режим доступа: <https://1va.vc/news/rabota-s-crm.html>.
5. Классификация CRM-систем / Интернет-проект «Энциклопедия маркетинга». 1998. – Режим доступа: <https://www.marketing.spb.ru/soft/crm/classification.htm>.
6. Что такое CRM-системы и как их правильно выбирать? / Проект Nabit, 2006. – Режим доступа: <https://catalog-777.com/stati/2017-08/odnoplattie-kompyuteri.html>.

АВТОСИГНАЛИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ УФ-СВЯЗИ

А. В. Бондарев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Я. О. Шабловский

Практически все современные автосигнализации управляются с помощью брелка, передающего сигнал по радиоканалу. Такой способ передачи сигнала характеризуется круговой диаграммой распространения и довольно значительной дальностью. Недостатком радиоканала является возможность перехватить передаваемый сигнал и взломать охранную систему. Но если вместо радиоканала будет другой канал передачи, например, инфракрасный или ультрафиолетовый (УФ) – это сделает взлом системы с помощью радиосканера практически невозможным.

Наиболее эффективным решением приема УФ сигнала будет устройство из двух фотоприемников. Первый фотоприемник на основе 4H-SiC с барьером Шоттки, а второй фотоприемник на основе GaP с барьером Шоттки и УФ светофильтром.

В данном техническом решении введен новый признак – фотоприемник на основе GaP с барьером Шоттки, в котором окно для прохождения света выполнено в виде УФ светофильтра. Спектр фотоэлектропреобразования этого приемника расположен в области 290–400 нм, т. е. в той области, которую следует исключить из фотоэлектропреобразования, так как этот фототок вносит наибольшие искажения.

УФ светофильтр необходим для исключения фототока, вызываемого видимым светом в GaP фотоприемнике, поскольку ширина запрещенной зоны GaP составляет 2,26 эВ, что соответствует видимой области, а источники излучений в видимой области светят в 10–100 раз сильнее, чем в ближней УФ области. Блок цифровой обработки сигналов производит вычитание фототоков 4H-SiC и GaP фотоприемников и передает на центральный блок управления сигнал, соответствующий фототоку, вызванному излучением в области 240–290 нм. При этом в случае когда фототок GaP фотоприемника оказывается большим фототока 4H-SiC фотоприемника, результирующее значение обнуляется для получения достоверных результатов.

При этом область fotocувствительности GaP фотоприемника перекрывает область «хвоста» fotocувствительности 4H-SiC фотоприемника, которую следует исключить.

Спектр фотоэлектропреобразования фотоприемника на основе 4H-SiC с барьером Шоттки расположен преимущественно в диапазоне 240–360 нм (рис. 1).

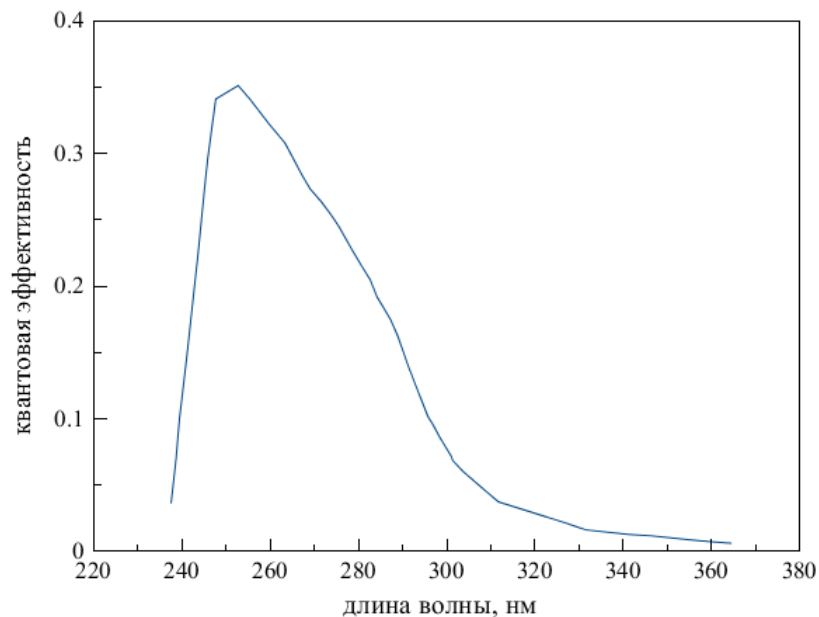


Рис. 1. Спектр фотоэлектропреобразования 4H-SiC фотоприемника

В качестве датчиков можно использовать 4H-SiC фотоприемник JECO.1 фирмы Boston Electronics Corp.

Спектр фотоэлектропреобразования приемника на основе GaP с барьером Шоттки и ультрафиолетовым светофильтром расположен преимущественно в диапазоне 290–400 нм (рис. 2).

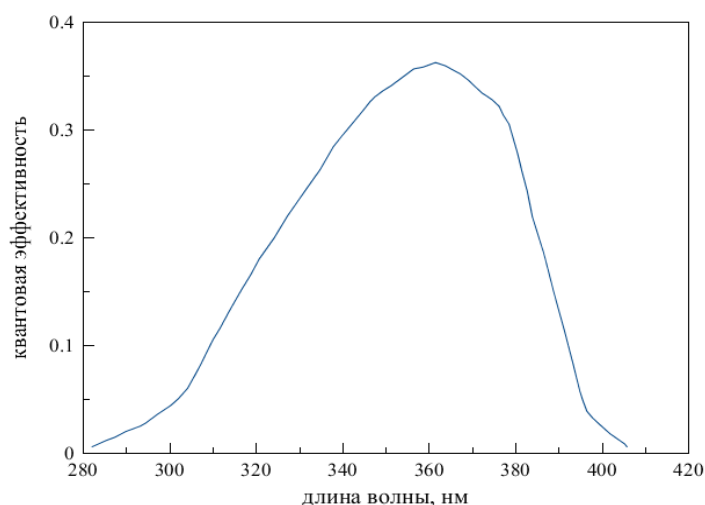


Рис. 2. Спектр фотоэлектропреобразования GaP фотоприемника

В качестве датчика можно применить GaP фотоприемник G1961 фирмы Hamamatsu Photonics, в котором в качестве окна для прохождения света используется светофильтр УФС-6.

На рис. 3 показан результирующий спектр фотоэлектропреобразования при одновременном освещении двух фотоприемников, который измерен после вычитания фототоков от первого и второго фотоприемников.

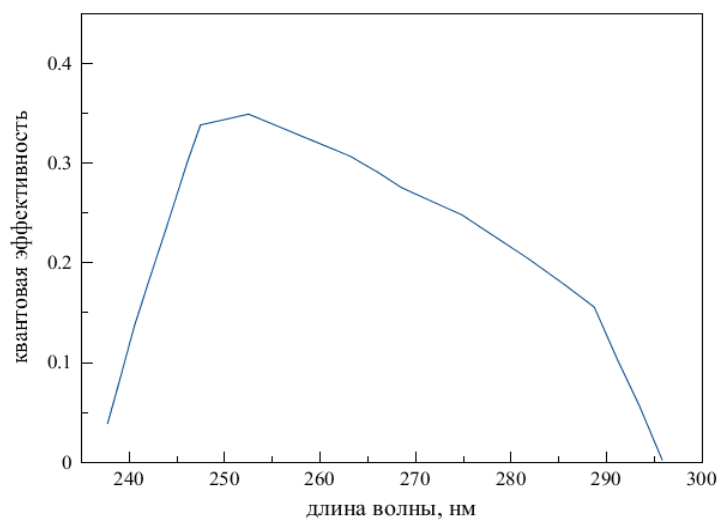


Рис. 3. Результирующий спектр фотоэлектропреобразования

Видно, что он расположен только в области 240–290 нм, т. е. «хвост» фоточувствительности полностью исключается из фотоэлектропреобразования, и прибор регистрирует только излучение в области 240–290 нм, таким образом можно производить настройку фотоприемника на необходимую длину волны.

На рис. 4 показана схема передатчика (пульта) для управления сигнализацией.

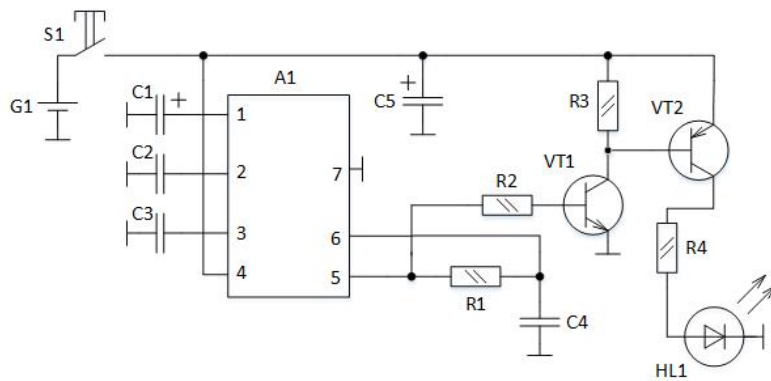


Рис. 4. Принципиальная схема передатчика автосигнализации на УФ-лучах

Схема состоит из генератора импульсов ЗЧ на микросхеме А1 типа LM567. Данная микросхема применяется для декодирования при частотном радиоуправлении. Здесь (рис. 4) она работает как кодер, т. е. генератор, вырабатывающий импульсы определенной частоты.

Частота этих импульсов зависит от RC-цепи R1-C4. Импульсы с вывода 5 А1 поступают на транзисторный ключ на VT1 и VT2, на выходе которого имеется УФ-светодиод HL1. Органом управления служит кнопка S1, которая подает питание на схему. При ее нажатии HL1 излучает УФ-свет, модулированный частотой генератора на А1.

Схема основного блока сигнализации показана на рис. 5.

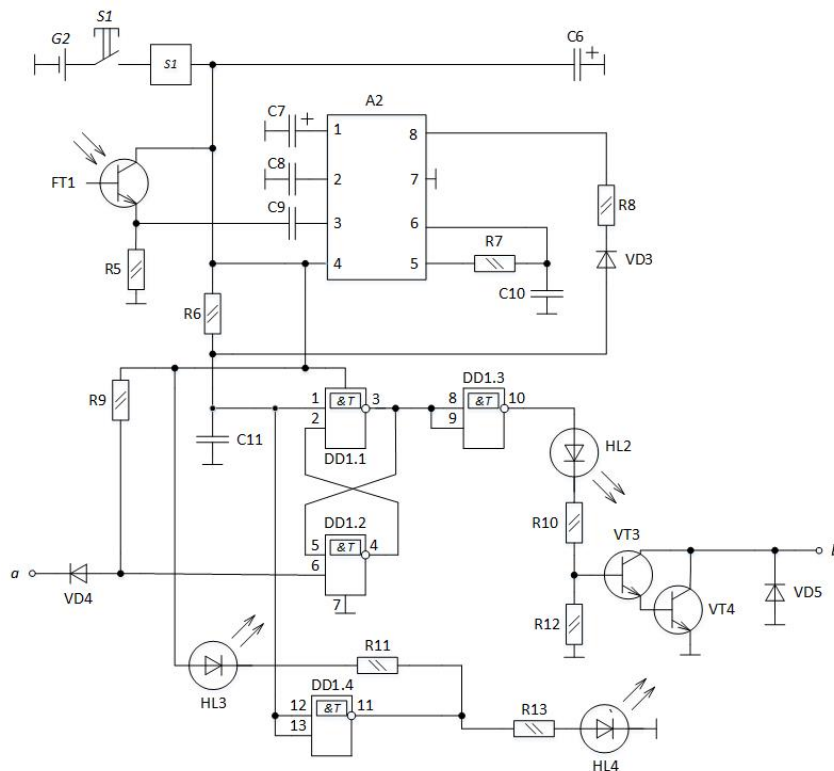


Рис. 5. Принципиальная схема основного модуля охранной автосигнализации на УФ-лучах

Литература

1. Розеншер, Э. Оптоэлектроника / Э. Розеншер, Б. Винтер ; пер. с фр. под ред. О. Н. Ермакова. – 2-е изд. – М. : Техносфера, 2004. – 592 с.
2. Устройство для определения интенсивности ультрафиолетового : пат. 95399 U1 Россия, МПК G01J 1/42 / Т. В. Бланк (RU), Ю. А. Гольдберг (RU), А. Н. Карпенко (RU) ; Учреждение Рос. акад. наук Физ.-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе РАН. – № 2010109213/22 ; заявл. 15.03.2010 ; опубл. 27.06.2010.
3. Режим доступа: <http://radiostorage.net/4361-avtosignalizaciya-s-upravleniem-po-ik-luchamlm-567.html>.

СТЕНД ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕРКИ ИМПУЛЬСНЫХ БЛОКОВ ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Н. Н. Быков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. В. Веппер

На сегодняшний день персональные компьютеры получили широкое распространение. Радиоэлектронная промышленность, бухгалтерская деятельность, сфера банковских и экономических услуг, связь и коммуникации – ни одну из этих областей человеческой деятельности нельзя представить без компьютерной техники. Повсеместное использование персональных компьютеров позволило существенно повысить производительность труда и оптимизировать процессы передачи информации.

Современный персональный компьютер представляет собой сложное устройство, состоящее из большого количества составных частей. Одной из главных составляющих персонального компьютера является импульсный блок питания.

Импульсный источник питания (ИИП) – это инверторная система, в которой входное переменное напряжение выпрямляется, а потом полученное постоянное напряжение преобразуется в импульсы высокой частоты и установленной скважности, которые, как правило, подаются на импульсный трансформатор.

Источники питания выполняют очень важную роль внутри типовых систем. Во многих аспектах источник питания является основой всей системы. Он дает системе жизнь, обеспечивая устойчивым и непрерывным питанием ее схемы.

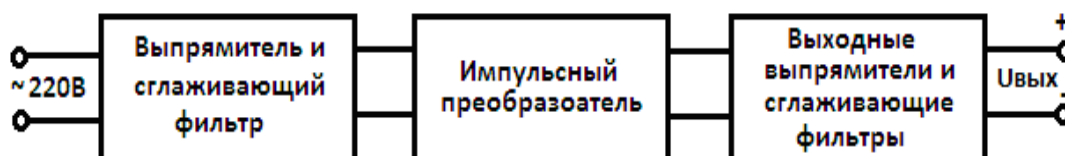


Рис. 1. Структурная схема импульсного источника питания

Основными функциональными частями ИИП являются:

- 1) входная цепь;
- 2) преобразователь;
- 3) выходные выпрямители.

Импульсный источник питания является инверторным устройством, так как в нем задействованы преобразования вида AC/DC и DC/AC. В нем происходит тройное преобразование напряжения. Во входной цепи переменное напряжение сети преобразуется в постоянное напряжение, которое служит питанием управляющей схемы. Далее происходит преобразование постоянного напряжения в высокочастотные импульсы прямоугольной формы, поступающие на импульсный трансформатор (ИТ). Трансформатор служит для понижения амплитуды напряжения и гальванической развязки. Выходные выпрямители (ВВ) выпрямляют и сглаживают импульсы обратно в постоянное напряжение, которое поступает на выход ИИП. При этом специальная схема отслеживает отклонение выходного напряжения и в зависимости от этого отклонения управляет широтно-импульсным модулятором (ШИМ).

Для регулировки выходных напряжений в ИИП используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ), который заключается в том, что изменяется длительность импульсов и пауз между ними при неизменной частоте преобразования. Соотношение между длительностью импульса и паузы зависит от уровня выходных напряжений и автоматически изменяется таким образом, чтобы поддерживать выходные напряжения на номинальном уровне. При увеличении ширины импульсов выходное напряжение увеличивается, а при уменьшении - уменьшается.

Выход из строя импульсного блока питания ПК является одной из основных неисправностей, диагностируемых при выходе из строя персонального компьютера. На сегодняшний день наибольшее распространение получил форм-фактор блоков питания АТХ. Учитывая повсеместное использование данного типа БП, возникла необходимость в качественном и точном тестировании блоков питания данного форм-фактора.

Для данной работы была выбрана схема, позволяющая измерять четыре основных напряжения таких блоков питания форм-фактора АТХ: +5В, +5ВSB, +12В и +3,3В.

Данное устройство предназначено для измерения и наглядной индикации уровня напряжения на этих выводах БП.

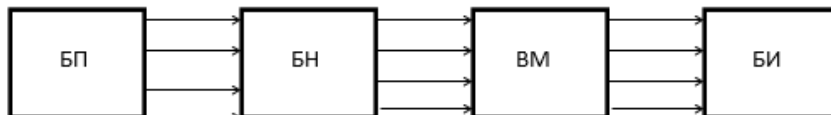


Рис. 2. Структурная схема стенда для тестирования блоков питания АТХ

На структурной схеме, представленной на рис. 2, используются следующие условные обозначения: БП – блок питания; БН – блок нагрузок; ВМ – четырехканальный вольтметр; БИ – блок индикации.

Структурно стенд для тестирования БП состоит из блока нагрузок, четырехканального вольтметра и блока индикации. Блок нагрузок необходим по той причине, что современные БП не приспособлены для работы в режиме «холостого хода». К тому же проверка работы источника питания под нагрузкой позволяет более точно оценить разницу между номинальными и реальными рабочими напряжениями на выходе БП.

Четырехканальный вольтметр предназначен для одновременного измерения четырех основных напряжений блоков питания АТХ. Преимущество одновременного измерения заключается в удобстве снятия показаний для пользователя. К тому же при одновременном измерении напряжения на четырех каналах режим работы блока питания ближе к реальному, а следовательно, показания, снятые таким устройством,

позволяют точнее оценить разницу между номинальными и реальными напряжениями на выходе блока питания.

Блок индикации предназначен для предоставления пользователю наглядной и удобной для восприятия информации о величине напряжений, измеренных четырехканальным вольтметром. Для индикации уровня напряжения на каждом из каналов были выбраны семисегментные светодиодные индикаторы.

Исходя из анализа современных электронных средств, в качестве элементной базы для решения поставленной задачи были выбраны следующие компоненты:

1) LDS-3492BK – 7-сегментный 0,4 дюймовый четырехцифренный индикатор с общим анодом. Количество выводов – 16. Цвет светодиодов – зеленый. Прекрасно подходит для отображения данных, состоящих из четырех цифр;

2) для четырехканального вольтметра выбрана микросхема LM3914 – драйвер линейки светодиодов.

Структуру базовой микросхемы LM3914 составляют десять компараторов, на инверсные входы которых через буферный ОУ подается входной сигнал, а прямые входы подключены к отводам резистивного делителя напряжения.

Выходы компараторов являются генераторами втекающего тока, что позволяет подключать светодиоды без ограничительных резисторов.

Индикация может производиться или одним светодиодом (режим «точка»), или линейкой из светящихся светодиодов, высота которой пропорциональна уровню входного сигнала (режим «столбик»).

Входной сигнал $U_{вх}$ подают на вывод 5, а напряжения, определяющие диапазон индицируемых уровней, – на выводы 4 (нижний уровень $U_{н}$) и 6 (верхний уровень $U_{в}$). Эти напряжения должны быть в пределах от 0 до уровня на 1,5 В меньше напряжения источника питания, подключаемого к выводу 3.

Цена деления индикатора, т. е. увеличение входного напряжения, вызывающее включение очередного светодиода, составляет 0,1 от разности $U_{в} - U_{н}$.

Пока напряжение на входе $U_{вх}$ меньше, чем на входе $U_{н}$ плюс «цена деления», ни один светодиод не светится. Как только эти напряжения сравниваются, включается светодиод HL1, подключенный к выводу 1.

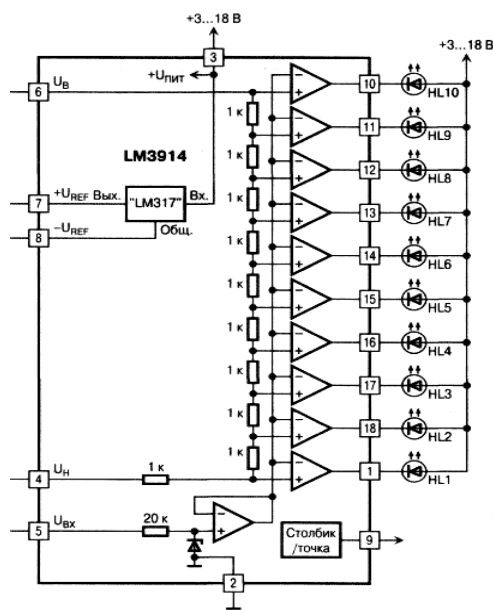


Рис. 3. Структура микросхемы LM3914

В заключение можно сказать, что реализация стенда для тестирования напряжения импульсных блоков питания форм-фактора АТХ позволит упростить диагностику неисправностей и ускорить ремонт данного типа изделий.

Литература

1. Кучеров, Д. П. Современные источники питания ПК и периферии / Д. П. Кучеров. – СПб. : Наука и техника, 2007.
2. Мюллер, С. Модернизация и ремонт ПК / С. Мюллер. – М. : Вильямс, 2011.
3. Мэк, Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / Р. Мэк. – М. : Додэка-XXI, 2007.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

А. А. Гринцевич, И. А. Снытков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Э. М. Виноградов

В данной работе рассматривается микроконтроллерная система мониторинга метеопараметров, которая может использоваться дома или в офисе. При ее проектировании основными требованиями были: возможность сбора большого количества метеопараметров, низкая стоимость, удобство размещения элементов. Конструктивно система состоит из двух блоков: измерительного и информационного (рис. 1).

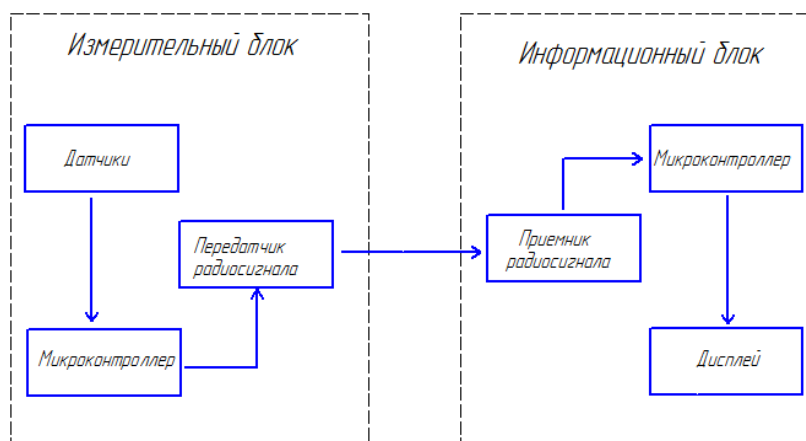


Рис. 1. Структура микроконтроллерной системы мониторинга метеопараметров

Измерительный блок располагается снаружи помещения и предназначен для измерения метеопараметров окружающей среды. Информационный блок располагается внутри помещения и служит в основном для отображения измеренных параметров на ЖК-дисплее. Передача информации между блоками осуществляется по однонаправленному радиоканалу с частотой 900 МГц. Данные передаются пакетами один раз в секунду.

На рис. 2 приведена структурная схема измерительного блока. Он имеет датчики измерения наружной температуры, скорости и направления ветра, влажности воздуха

и уровня осадков. Используются стандартные промышленные датчики. Питание блока выполняется от сети переменного тока 220 В. Предусмотрена аккумуляторная батарея на случай аварии в сети. Обработка измеренных параметров осуществляется микроконтроллером ATmega16. Он имеет многоканальный АЦП и модуль универсального асинхронного приема-передатчика (УАПП), который используется для модулирования частоты передатчика при последовательной передаче данных в асинхронном режиме. Информация, передаваемая блоком, организована в виде пакетов, которые содержат коды АЦП, соответствующие температуре, влажности, направлению ветра и величине напряжения питания, а также содержимое счетчика таймера микроконтроллера, соответствующее скорости ветра.

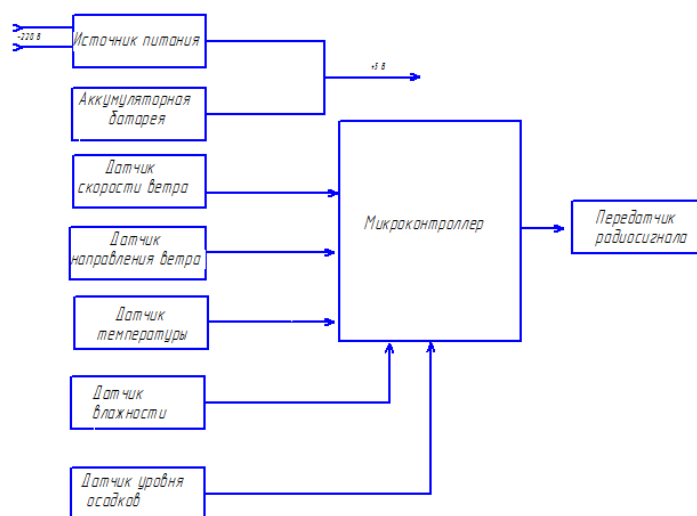


Рис. 2. Структурная схема измерительного блока

На рис. 3 приведена структурная схема информационного блока. Он принимает и расшифровывает пакет данных, приходящих по радиоканалу.

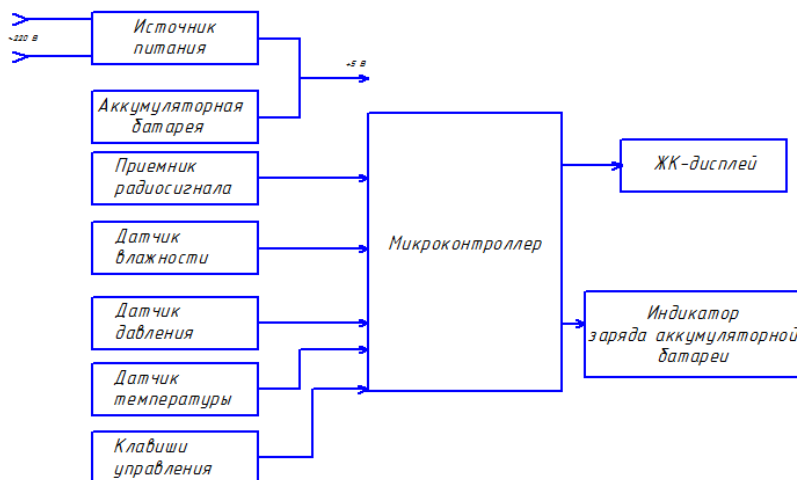


Рис. 3. Структурная схема информационного блока

Для отображения информации используется ЖК-дисплей с четырехстрочным индикатором. Информационный блок выполняет измерение температуры и влажности в помещении, а также атмосферного давления, которое, очевидно, одинаково внутри и снаружи помещения. В блоке используется микроконтроллер ATmega16. Выход приемника радиосигнала соединен со входом УАПЧ, который преобразует последовательные данные из принятого информационного пакета в параллельный код для обработки микроконтроллером.

СИСТЕМА ЭКСТРЕННОГО ВЫЗОВА ПОМОЩИ

П. С. Гулев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Сахарук

Система экстренного вызова помощи – система, которая позволяет одинокому пожилому человеку или человеку с ограниченными возможностями в повседневной жизни вызвать медицинскую помощь нажатием всего одной кнопки, которая всегда находится рядом с ним. Такие сервисы уже существуют в Японии, США, Израиле, России и других странах.

Воспользоваться возможностью экстренно вызвать помощь просто. Человек, имеющий проблемы со здоровьем, носит на шее специальный кулон. Работает он по принципу мобильного телефона. Почувствовав себя плохо, владелец устройства тут же сообщает об этом оператору колл-центра, нажав на кулоне SOS-кнопку. Далее обычный телефонный разговор по громкой связи: кулон оснащен динамиком.

Если человек, потеряв сознание, упал и не успел рассказать оператору о том, что с ним происходит, звонок в колл-центр все равно поступит. Произойдет это благодаря встроенному в кулон датчику падения. Ситуация будет под контролем до выяснения обстоятельств произошедшего. Сотрудники колл-центра на вызов не выезжают, их задача – телефонная консультация и первая помощь. В случае необходимости они звонят родственникам, соседям, знакомым подопечного, телефоны которых заранее внесены в базу. Если требуется, вызывают скорую помощь или экстренные службы. При этом операторы остаются на связи, пока не убедятся, что помощь действительно оказана.

Главными недостатками таких систем является то, что их быстроедействие и автономность работы невелики. Быстроедействие таких систем всецело зависит от мощности сигнала GSM сети. А продолжительность работы при мощном приемопередатчике невелика. Таким образом производителю приходится балансировать между продолжительностью работы и максимальной скоростью передачи.

Еще одним минусом данных систем является их малая универсальность. В основном они рассчитаны только на оказание индивидуальной помощи без возможности создания какой-либо базы мониторинга за основными показателями. Такие системы затруднительно использовать вне их основного рабочего потенциала.

Целью разрабатываемой системы является построение системы экстренного вызова помощи. Она должна иметь большую продолжительность работы, предоставлять хорошее быстроедействие и быть универсальной, т. е. выступать не только в качестве помощника людям с ограниченными возможностями, но и являться «тревожной кнопкой» для вызова различных служб помощи.

Клиентская часть состоит из устройства мониторинга показаний, базовой станции приема показаний, программного обеспечения для обслуживающего персонала.

Устройство мониторинга показаний должно соответствовать заявленным требованиям, а также обладать большой автономностью и быстродействием, достаточным для манипулирования информацией с датчиков в режиме реального времени. Вызов помощи следует делать в двух режимах: ручном и автоматическом. В ручном режиме по нажатию кнопки на устройстве, в автоматическом – в результате падения устройства.

Для связи между устройством и базовой станцией необходимо придерживаться нескольких пунктов: скорость связи должна быть достаточна, чтобы передаваемая информация была доставлена с минимальным количеством искажений, связь не должна затруднять передвижение пользователя [1].

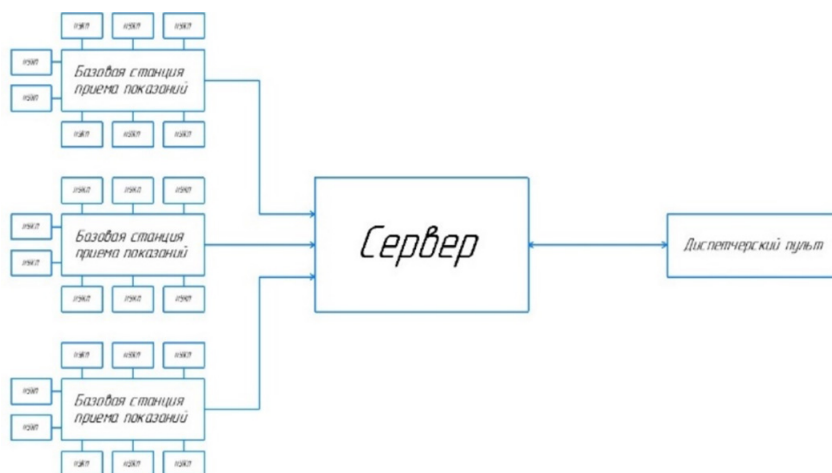
Из показателей, наиболее важных для отслеживания, стоит выделить: сердечный ритм, степень насыщения артериального гемоглобина кислородом, положение тела в пространстве (фиксация падения).

Таким образом, устройству мониторинга показаний необходимо иметь:

- долгое время работы;
- высокое быстродействие;
- связь, обеспечивающую быструю передачу данных и не мешать передвижению пользователя;
- датчик сердечного ритма;
- датчик степени насыщения артериального гемоглобина кислородом;
- акселерометр;
- кнопку.

Устройство мониторинга показаний состоит из набора ez430F2274 RF2500, в основе которого лежит микропроцессор MSP430F2274 [2], радиомодуль CC2500 [3]. Данный набор представлен в виде двух аналогичных устройств с возможностью подключения к персональному компьютеру посредством USB. Датчиком для измерения сердечного ритма служит MAX30100 [4]. Для ориентирования в пространстве служит трехосевой цифровой гироскоп L3G4200D.

Структурная схема информационной системы представлена на рис. 1.



ИУКП – индивидуальное устройство контроля показаний

Рис. 1. Структурная схема информационной системы

Устройство приема показаний опрашивает датчики в автоматическом режиме или по нажатию кнопки. Показания с датчиков обрабатываются микроконтроллером и передаются через радиоканал на базовую станцию приема показаний. Там эта информация обрабатывается и передается на сервер. С сервера показания передаются диспетчеру, который может как просматривать существующую информацию по клиентам, так и вносить новых клиентов в базу данных.

Литература

1. Радиоприемные устройства с системами радиосвязи / Ю. Т. Зырянов [и др.]. – М. : Лань, 2018. – 319 с.
2. Гук, И. В. Краткий обзор микроконтроллеров семейства MSP430 компании Texas Instruments / И. В. Гук. – М. : Компоненты и технологии, 2006. – 14 с.
3. Шрапенин, Г. И. CC2500 – универсальное решение Texas Instruments для локальной беспроводной сети / Г. И. Шрапенин, М. В. Мишанин. – СПб. : Компоненты и технологии, 2008. – 12 с.
4. Maxim Integrated Products MAX30100 Pulse Oximeter and Heart – Rate Sensor IC for Wearable Health / Maxim Integrated Products. – New-York : Maxim Integrated Products, 2014. – 29 с.
5. L3G4200D: трехосевой цифровой гироскоп. – Microsin, 2014. – Режим доступа: <http://microsin.net/adminstuff/hardware/l3g4200d-mems-motion-sensor.html>. – Дата доступа: 12.05.2019.

ПРИМЕНЕНИЕ WI-FI МОДУЛЯ С WEB-ИНТЕРФЕЙСОМ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Е. В. Гуца, Н. А. Колесников

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. А. Хананов

В настоящее время задача построения распределенных систем сбора данных и мониторинга технологических процессов как никогда актуальна в самых различных областях деятельности человека. Применение проводных систем не всегда эффективно из-за высокой стоимости монтажных и пуско-наладочных работ, а также технического обслуживания. Кроме того, в некоторых ситуациях установка проводных датчиков вообще невозможна по технологическим или организационным причинам.

Беспроводные системы связи часто легко устанавливаются и эксплуатируются на различных объектах, и особенно выгодны для работы в труднодоступных местах или там, где прокладка кабеля будет дорогой и длительной задачей: например в производственных цехах или общественных местах с большим скоплением людей.

На основе небольших радиомодулей создаются беспроводные сети, которые позволяют собирать и обмениваться информацией между ячейками, а также организовать выход в Интернет.

Существует несколько стандартов организации и передачи данных в беспроводных сетях, каждый из которых имеет свою специфику и сферу применения (рис. 1).

| Параметры | Wi-Fi | Bluetooth | 433/868 | GSM/GPRS | ZigBee |
|---|-------|-----------|---------|----------|--------|
| Оборудование и установка | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| Обслуживание сети и потребление энергии | 2 | 4 | 3 | 1 | 5 |
| Дальность действия ячейки | 2 | 1 | 5 | 4 | 1 |
| Размер передаваемых данных | 5 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| Безопасность передачи | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 |
| Размер сети | 5 | 1 | 2 | 5 | 5 |

Рис. 1. Сравнительная оценка беспроводных сетей

Несмотря на наличие большого числа недостатков перед вышеперечисленными стандартами беспроводных сетей, сети Wi-Fi имеют существенные преимущества:

1. Массовое внедрение и низкая стоимость устройств, поддерживающих данный стандарт.
2. Самая высокая пропускная способность (до 600 Мбит/с) с версией протокола 802.11n.
3. Наилучшая помехозащищенность (за счет возможности передачи данных на частоте 5 ГГц).
4. Высокая степень защиты информации, передаваемой по сети Wi-Fi (WPA2 шифрование).
5. Высокая скорость проектирования сетей и разработки Web-приложений для конфигурирования оборудования.

В соответствии с задачей был выбран микроконтроллер ESP32 (рис. 2) в качестве отладочного решения (в связи с возможностью конфигурирования прошивки посредством UART–USB подключения).

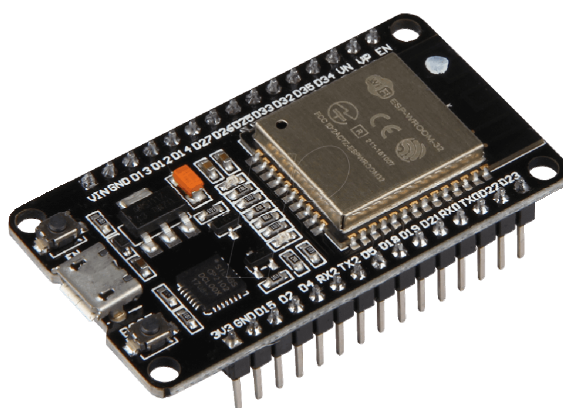


Рис. 2. Микроконтроллер ESP32

Технические характеристики EPS32:

CPU: XtensaDual-Core 32-bitLX6, 160 MHz или 240 MHz (до 600 DMIPS)
 Memory: 520 KByte SRAM, 448 KByte ROM Flash-память: 4 Мб Wireless:Wi-Fi: 802.-11b/g/n/e/i, до 150 Mbps HT40

Bluetooth: v4.2 BR/EDR и BLE

Внешний вид HTML-страницы представлен на рис. 3.

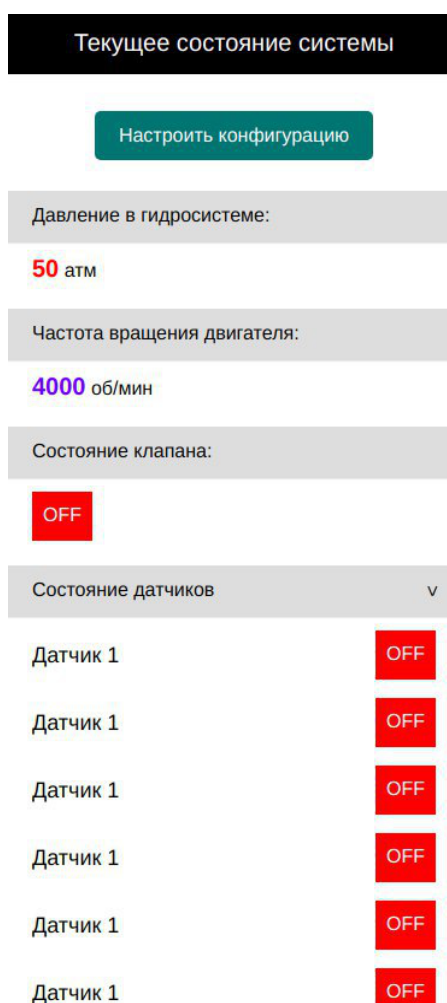


Рис. 3. Внешний вид HTML-страницы

В настоящее время проект находится в стадии активной разработки, производится тестирование обмена данными между двумя микроконтроллерными системами посредством UART-интерфейса.

Литература

1. Бродин, В. Б. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В. Б. Бродин, А. В. Калинин. – М. : ЭКОМ, 2002.
2. Жан, М. Рабаи. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования = Digital Integrated Circuits / Рабаи М. Жан, Чандракасан Ананта, Николич Боривож. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2007.
3. Микушин, А. Занимательно о микроконтроллерах / А. Микушин. – М. : БХВ-Петербург, 2006.
4. Новиков, Ю. В. Основы микропроцессорной техники : курс лекций / Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов. – М. : Интернет-ун-т информ. технологий, 2003.

МОБИЛЬНЫЙ ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ПУЛЬТ ДЛЯ СТАНЦИЙ ПРОЕКТА THEOREMS-DNIPRO

Н. Г. Демиденко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Сахарук

Проект «THEOREMS-Dnipro» (Трансграничная система гидрометеорологического и экологического мониторинга реки Днепр) выполняется в рамках программы территориального сотрудничества стран Восточного партнерства «Беларусь – Украина», которая финансируется Европейским Союзом. Проект направлен на повышение эффективности управления трансграничными водными ресурсами Днепра.

Цели проекта:

1. Повышение эффективности системы мониторинга гидрометеорологических и экологических параметров трансграничных водных ресурсов бассейна реки Днепр.
2. Расширение сотрудничества между организациями Украины и Республики Беларусь, которые контролируют и делятся гидрометеорологической и экологической информацией о состоянии трансграничных водных ресурсов.
3. Повышение осведомленности общественности и понимания проблем международных водных ресурсов в трансграничных районах бассейна Днепра.

Проект предусматривает разработку и внедрение двух унифицированных автоматизированных станций гидрометеорологического / экологического мониторинга (AHMES – Automated HydroMeteorological / Ecological Station). Уникальность проекта заключается в том, что две новые станции комплексного мониторинга на территории Беларуси (г. Лоев) и Украины (г. Любеч) будут автоматизированными и энергетически автономными, иметь возможность удаленного управления при помощи мобильного диспетчерского пульта, представляющего собой мобильное приложение, выполненное при помощи инструментов разработки ОС Android и работающее на современных смартфонах.

Приложение имеет следующий функционал:

1. Управление режимами работы всех станций проекта.
2. Получение и отображение результатов измерений за заданный временной интервал.
3. Построение графиков статистики по заданным параметрам.
4. Мониторинг состояния питания.
5. Управление режимами питания.

На структурной схеме (рис. 1) показана связь блоков информационной системы. Источником связи является USB 3G-модем, который позволяет получать с различных измерительных станций диагностическую информацию с последующей ее обработкой в центральном сервере, где он, в свою очередь, передает на диспетчерские пульта обработанную информацию. Центральный сервер имеет порт TCP/IP, ожидающий подключения от мобильного диспетчерского пульта.

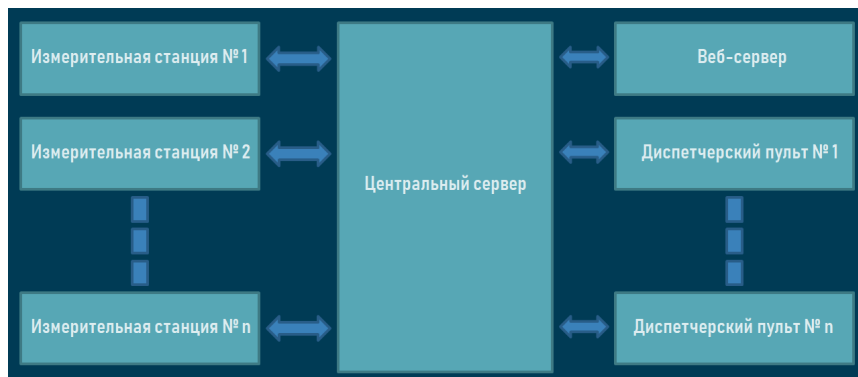


Рис. 1. Структурная схема информационной системы

В следующей схеме (рис. 2) предоставлена структура одной из измерительных станций и взаимосвязь одноплатного ПК с USB 3G-модемом и n -го количества модулей сбора информации; последние, снимая показания с датчиков, получают требуемые данные и обрабатывают в микроконтроллере. Далее происходит обмен с одноплатным ПК, после чего подготовленная информация отправляется на центральный сервер. Также с сервера могут поступать команды управления станцией, к примеру, управление режимами питания.

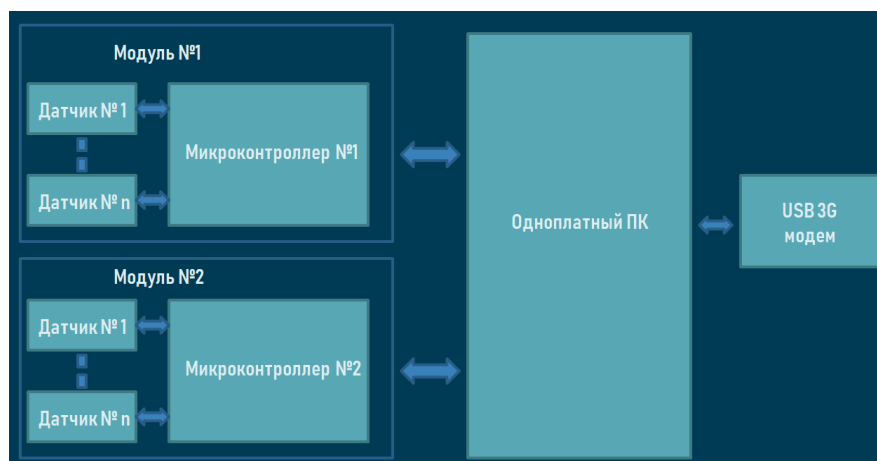


Рис. 2. Структурная схема измерительной станции AHMES

Вся внутренняя логика мобильного приложения написана на языке программирования C++ при помощи кроссплатформенного фреймворка Qt. Особенностью данного фреймворка является возможность использования программного обеспечения на различных платформах без необходимости изменений исходного кода. В качестве графического интерфейса используется QML, декларативный язык программирования, входящий в состав технологии разработки пользовательских интерфейсов Qt Quick. Мобильное приложение позволяет получать гидрометеорологическую и экологическую информацию, предоставляемую диспетчеру, в удобном виде.

Исходя из вышеизложенного можно сказать, что мобильный диспетчерский пульт является важной частью информационной системы проекта «THEOREMS-Dnipro», так как данное мобильное приложение расширяет вариативность устройств, с помощью которых можно получить доступ к управлению гидрометеорологическими станциями.

Имея в наличии мобильное устройство на базе ОС Android и интернет-соединение, можно оперативно получать различную информацию о состоянии реки Днепр.



The project is co-funded
by the European Union

Л и т е р а т у р а

1. Шлее, М. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее. – СПб. : БХВ-Петербург, 2018. – 1072 с. : ил.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Д. Г. Зуборев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Е. А. Храбров, Ю. В. Крышнев

Одним из важнейших моментов при построении модели управления станком с ЧПУ является выбор типа системы управления. Именно она отвечает за точность позиционирования узлов и обрабатывающих механизмов, технологический процесс обработки заготовки и качество изготавливаемой детали в соответствии с заданными настройками. С одной стороны, управляющая система должна быть максимально тривиальной и надежной, а с другой – максимально функциональной. Таким образом, при разработке станков с ЧПУ проблема выбора модели управления является актуальной.

По числу потоков информации системы ЧПУ делятся на замкнутые, разомкнутые и адаптивные.

В разомкнутых системах управления не осуществляется контроль управляемой величины, в связи с чем входными воздействиями ее управляющего устройства являются только внешние (задающее и возмущающее) воздействия. Функциональная схема с разомкнутой системой управления представлена на рис. 1.

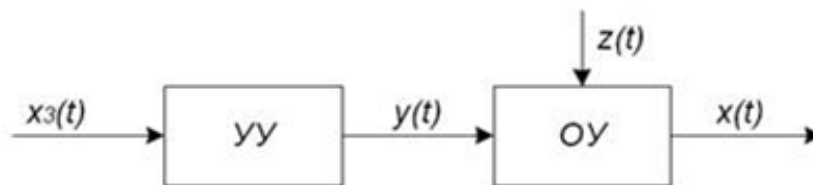


Рис. 1. Функциональная схема с разомкнутой системой управления

Алгоритм управления разомкнутой системы первого типа имеет вид:

$$y(t) = A_y [x_3(t)],$$

где $y(t)$ – управляющее воздействие; A_y – установка оператора; $x_3(t)$ – задающее воздействие.

Чаще всего оператор A_y устанавливает пропорциональную связь между задающим воздействием $x_3(t)$ и управляющим воздействием $y(t)$, а сама система в этом случае осуществляет программное управление [1].

Данная система работает эффективно лишь при условии, если влияние возмущений $z(t)$ на управляемую величину невелико и все элементы разомкнутой цепи обладают достаточно стабильными характеристиками.

В замкнутых системах управления входными воздействиями ее управляющего устройства являются как внешнее (задающее), так и внутреннее (контрольное) воздействия. Функциональная схема с замкнутой системой управления представлена на рис. 2.

Управляющее воздействие в замкнутой системе формируется в большинстве случаев в зависимости от величины и знака отклонения истинного значения управляемой величины от ее заданного значения:

$$y(t) = A_y [\varepsilon(t)],$$

где $\varepsilon(t) = [x_3(t) - x(t)]$, $x(t)$ – сигнал ошибки.

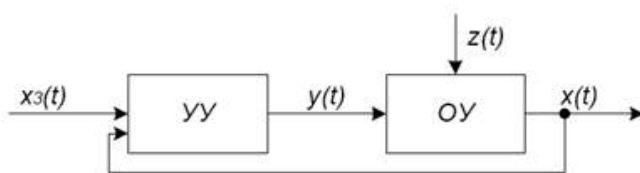


Рис. 2. Функциональная схема с замкнутой системой управления

В замкнутой системе контролируется непосредственно управляемая величина и тем самым при выработке управляющего воздействия учитывается действие всех возмущений, влияющих на управляемую величину. В этом заключается преимущество замкнутых систем [1].

Адаптивные системы обладают свойством изменять в процессе своего функционирования параметры или структуру регулятора в соответствии с заданными критериями качества процесса при произвольно изменяющихся параметрах объекта управления и внешних возмущений. Адаптивные системы управления делят на две группы – системы предельного и оптимального управления. Адаптивные системы предельного управления обеспечивают постоянное значение заданных параметров процесса при действии различных возмущений, а адаптивные системы оптимального управления обеспечивают поддержание такого сочетания параметров работы оборудования, при котором, при наличии технических ограничений и возмущающих воздействий, обрабатываемое сырье на выходе всегда имеет заданные параметры. Техническими ограничениями являются максимальные и минимальные значения параметров, допустимые на данном станке [2].

В представленной таблице по различным критериям сравнили все три системы управления станком с ЧПУ между собой. Оценка «max» свидетельствует о наибольшем значении критерия, «med» – о среднем и «min» – о наименьшем значении критерия среди всех представленных систем управления.

**Сравнительный анализ способов управления станков
с числовым программным управлением**

| Критерий сравнения | Система управления | | |
|--|--------------------|-----------|------------|
| | Разомкнутая | Замкнутая | Адаптивная |
| Количество брака | max | med | min |
| Точность обработки сырья | min | med | max |
| Сложность технологических операций | min | med | max |
| Влияние возмущений на управляемую величину | max | med | min |
| Коэффициент надежности | max | med | min |
| Требуемые вычислительные мощности | min | med | max |
| Стоимость оборудования | min | med | max |

При выборе системы управления станком с ЧПУ необходимо отталкиваться от задач, для которых проектируется каждый конкретный станок. В зависимости от необходимой точности, вариативности, сложности технологического процесса и заложенного процента брака и необходимо выбирать систему управления.

Таким образом, при всех прочих равных, для изготовления дорогих, с малым классом допуска, деталей (например, детали самолета), необходимо выбирать адаптивную систему управления станком с ЧПУ. А для изготовления более дешевых деталей с большим классом допуска предпочтительнее будет разомкнутая система управления станком с ЧПУ.

Литература

1. Иващенко, Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем / Н. Н. Иващенко. – М. : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. и судостроит. лит., 2015. – 630 с.
2. Кувшинский, В. В. Автоматизация технологических процессов в машиностроении / В. В. Кувшинский. – М. : Машиностроение, 2013. – 272 с.

**ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДАТЧИКА ИЗНОСА
МЕХАНИЧЕСКИХ УЗЛОВ**

В. В. Иванишин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. А. Карпов

В настоящее время людей окружает большое количество различных механизмов. Они являются неотъемлемой частью производственных процессов в самых различных отраслях. В ходе работы эти механизмы изнашиваются и, как следствие, – выходят из строя. В случае если это промышленное оборудование – эта поломка может остановить процесс работы всего конвейера. Например, если это загруженный карьерный самосвал на подъеме, он может застопорить работу других самосвалов, перекрыв собой путь. Поэтому такие поломки влекут за собой большие финансовые потери.

В настоящее время датчики износа механических узлов применяются на морских судах. Как правило, это сложное и дорогостоящее оборудование, которое неприменимо для установки его в промышленное оборудование.

Принцип работы разрабатываемого датчика износа состоит в том, что такие механизмы как двигатель, коробка передач и др. смазываются с помощью жидкого масла. В процессе работы из-за трения зубьев шестерен, различных фрикционных механизмов образуется мелкодисперсная металлическая пыль, которая, циркулируя по контуру, в итоге оседает в картере (нижней емкости) механизма. В этой же емкости установлен датчик, конструкция которого представлена на рис. 1.

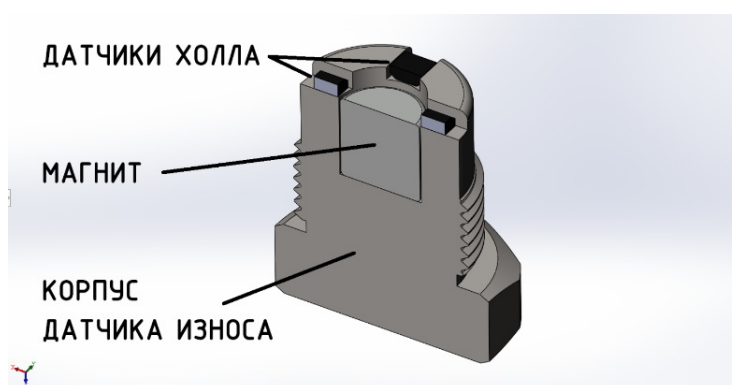


Рис. 1. 3D модель конструкции датчика в разрезе

Датчик износа состоит из магнита, который притягивает металлическую пыль. Сверху магнита установлены датчики Холла. В нулевом положении линии магнитного поля проходят перпендикулярно чувствительному вектору датчика, поэтому не вызывают отклонения выходного сигнала. Когда к магниту притягиваются ферромагнитные материалы, они смещают линии магнитного поля, которые, проходя под углом через датчик Холла в связи с эффектом Холла, вызывают в нем поперечную разность потенциалов [1].

Эффект Холла – явление возникновения поперечной разности потенциалов (называемой также холловским напряжением) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Открыт Эдвином Холлом в 1879 г. в тонких пластинках золота.

Как видно из рис. 1, в конструкции датчика используются четыре датчика Холла. Это обусловлено тем, что в процессе эксплуатации механизма поток масла, вибрация и другие факторы могут изменять форму и положение пятна магнитных частиц, что вызовет, в свою очередь, ложное изменение сигнала с датчика. В данной же конструкции датчики Холла расположены друг напротив друга, поэтому отклонение пятна частиц вызовет уменьшение выходного сигнала с одного датчика и увеличение с другого, в процессе обработки их сигнала эти изменения взаимокompенсируются, поэтому влияние положения и формы пятна магнитных частиц на выходной сигнал датчика износа сводится к минимуму.

Также следует отметить, что корпус датчика износа должен быть изготовлен из немагнитных материалов, например, пластика, алюминия, латуни и др.

В качестве датчиков Холла будут использованы линейные датчики от компании Honeywell SS496A. Напряжение питания данного датчика лежит в пределах от 4,5 до 10,5 В. Пределы линейного измерения магнитной индукции составляют

± 840 Гс (84 мТл) [2]. Выходное напряжение нуля соответствует нулевой напряженности магнитного поля и равно половине напряжения питания. Чувствительность данного датчика зависит от напряжения питания и рассчитывается исходя из выражения

$$\gamma = \frac{U_{\text{пит}}}{2000} \text{ мВ/Гс.}$$

Передаточная характеристика датчика Холла SS496A при напряжении питания 5 В изображена на рис. 2.

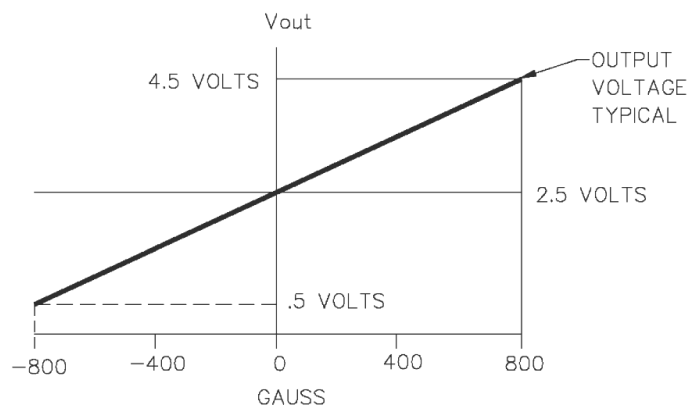


Рис. 2. Передаточная характеристика датчика Холла SS496A при напряжении питания 5 В

Для расчета местоположения элементов Холла воспользуемся программой ELCUT [3], модуль магнестатика, который предназначен для расчета магнитного поля постоянных токов и/или постоянных магнитов с учетом насыщения ферромагнитных материалов. Примерами таких расчетов являются исполнительные механизмы, электрические машины, магнитные экраны и приборы с постоянными магнитами.

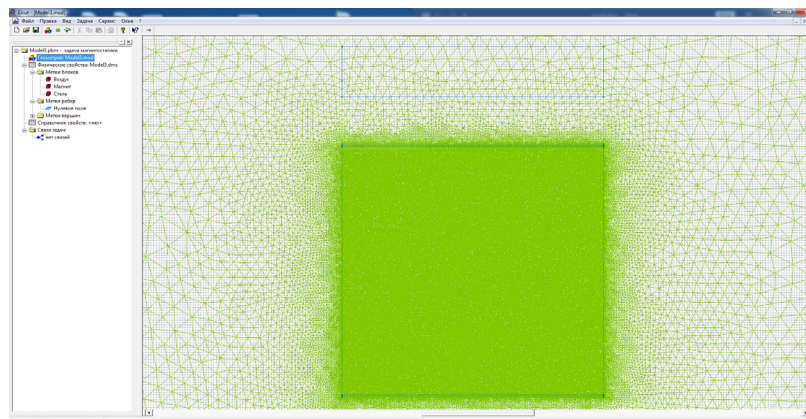


Рис. 3. Построение сетки конечных элементов в модели ELCUT

На рис. 3 изображена модель датчика, посередине расположен магнит размером 10 x 10 мм, сверху него находится металлическая пластинка размером 10 x 2 мм.

Для определения местоположения центра чувствительной пластины датчика Холла зададим магнитную проницаемость стали равную единице, как и у воздуха. Это исключит ее влияние на распространение линий магнитного поля и позволит найти точку, в которой линии магнитной индукции будут расположены перпендикулярно чувствительной оси датчика Холла.

На рис. 4 изображено решение магнитной системы. Цветом отображена плотность магнитного потока. Для определения расположения датчика Холла построим график проекции значения магнитной индукции на ось Y . Так как расстояние от центра чувствительной пластины до верхнего края корпуса равно 1,26 мм, вектор построим на расстоянии 6,5 мм от оси магнита (1,5 мм от боковой поверхности магнита). На рис. 5 изображен вектор построения графика зависимости значения магнитной индукции вдоль магнита (линия слева от магнита).

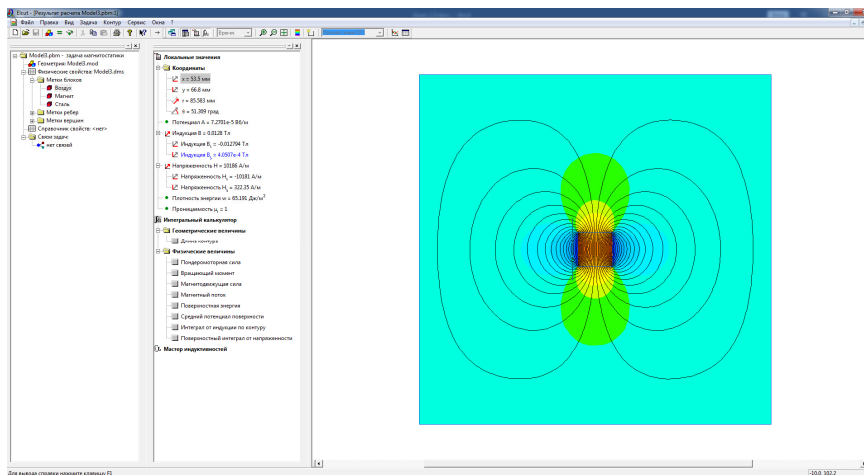


Рис. 4. Решение магнитной системы

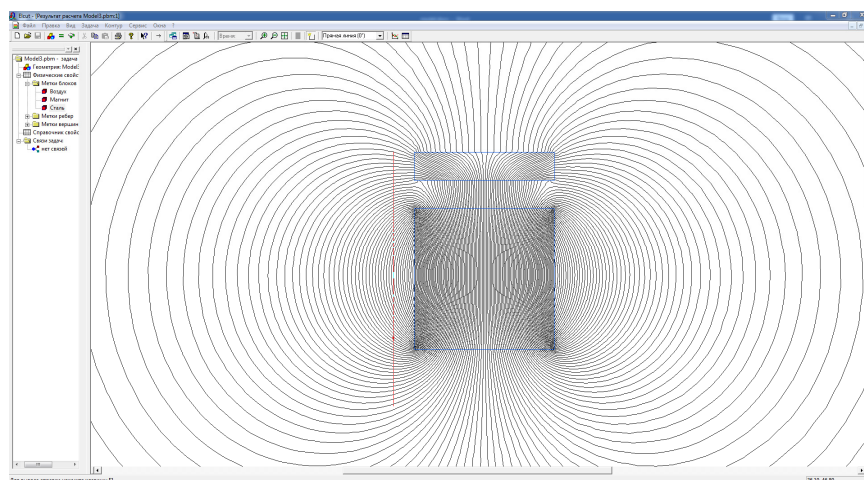


Рис. 5. Вектор построение графика зависимости значения магнитной индукции вдоль магнита

На рис. 6 изображен график зависимости значения проекции магнитной индукции на ось Y вдоль магнита при отсутствии ферромагнитных частиц. Из данного графика

следует, что датчик Холла следует размещать таким образом, чтобы центр чувствительной пластины находился на расстоянии 6,5 мм от оси магнита и на расстоянии 1,7 мм от верхней плоскости магнита.

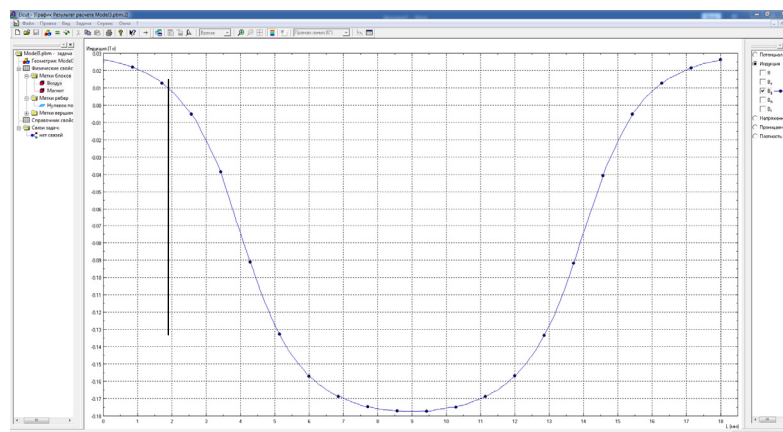


Рис. 6. График зависимости значения проекции магнитной индукции на ось Y вдоль магнита

Для построения графика зависимости проекции магнитной индукции на ось Y в точке расположения элемента Холла было построено 16 магнитных систем с различной толщиной стальной пластины. Полученные значения построены на графике (рис. 7).

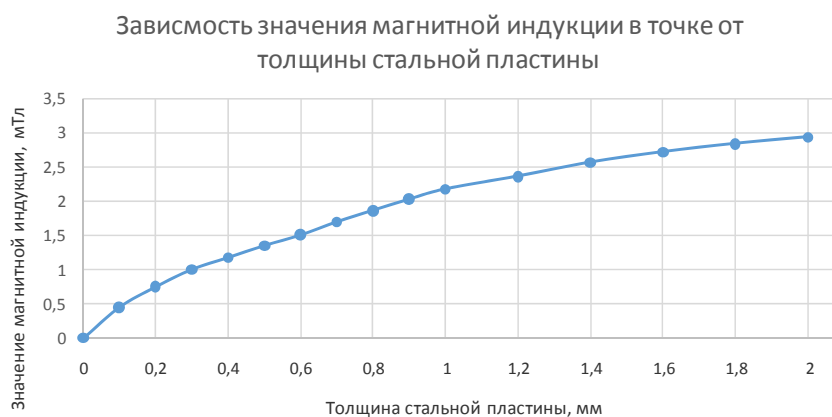


Рис. 7. График зависимости проекции магнитной индукции на ось Y от толщины стальной пластины

Литература

1. Бараночников, М. Л. Микромагнитоэлектроника / М. Л. Бараночников. – М. : ДМК Пресс, 2016. – 544 с.
2. 8. Linear Hall-effect Sensor ICs: SS490 Series. – 2018. – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-sensors-linear-hall-effect-ics-ss490-series-datasheet-005843-en.pdf>. – Дата доступа: 02.01.2019.
3. Дубицкий, С. Д. ELCUT – инженерная система моделирования двумерных физических полей / С. Д. Дубицкий, В. Г. Поднос // CADmaster. – 2001. – № 1. – С. 17–21.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД НА ОСНОВЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, УПРАВЛЯЕМЫХ ЧАСТОТНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ С ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКОЙ ПО ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Р. С. Науменко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь
Научный руководитель В. С. Захаренко

Введение. Различные условия эксплуатации асинхронных двигателей потребовали создания системы контроля качества (испытаний) электродвигателей на всех этапах их создания, производства, эксплуатации, которая гарантировала бы их работу с высокой степенью надежности. Многие виды испытаний проводятся под нагрузкой. В настоящее время актуальным является поиск схем и методов, позволяющих сокращать расход электроэнергии на испытаниях. Электрические машины испытываются под нагрузкой на нагрев, надежность, а также для определения их энергетических характеристик.

Перечень и порядок проведения испытаний регламентируются государственными стандартами и техническими условиями на конкретные типы электрических машин. Выбор схемы испытаний электрических машин определяется параметрами электрооборудования испытательной станции, но все их можно охарактеризовать рядом количественных и качественных параметров, которые позволяют определить эффективность данного технологического процесса. Одним из количественных параметров является мощность дополнительно установленного электрооборудования, которая выражается кратностью ее по отношению к мощности испытываемой электрической машины. Он также определяет необходимую площадь испытательного поля. Другим параметром является количество потребляемой электроэнергии на испытание.

Учитывая широкий спектр типов электрических машин и диапазон мощностей, промышленный выпуск испытательных стендов вызывает определенные трудности, поскольку представляет собой выпуск несерийной, разовой продукции.

Производить испытательные стенды может предприятие, которое обладает высокой интеллектуальной и технической базой для разработки индивидуального проекта под конкретный типоразмер машин. В свою очередь, структура стенда должна соответствовать мировым тенденциям, в частности энергосбережению.

На кафедре АЭП ГГТУ им П. О. Сухого в течение долгого времени занимаются анализом, разработкой и изготовлением испытательных стендов для испытаний электрических машин [1], [2].

В настоящее время используют в основном асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Для обеспечения энергосбережения используется метод взаимной нагрузки. Однако для асинхронного двигателя он существенно ограничивает область применения стенда и диапазон скоростей и нагрузок. Для получения полного диапазона применяются частотные преобразователи с взаимной нагрузкой через промежуточную цепь постоянного тока [3].

В работе [3] не рассматриваются вопросы создания системы управления для регулирования скорости вращения и нагрузочного момента. Кроме того, использованы линеаризованные модели компонентов силовой части (без учета влияния ШИМ).

Исходя из вышеизложенного тема разработки системы автоматического управления электромеханическими испытательными стендами на основе асинхронных

электродвигателей, управляемых частотными преобразователями с взаимной нагрузкой по промежуточной цепи постоянного тока, является актуальной.

На рис. 1 изображена функциональная схема испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки с использованием двух преобразователей частоты.

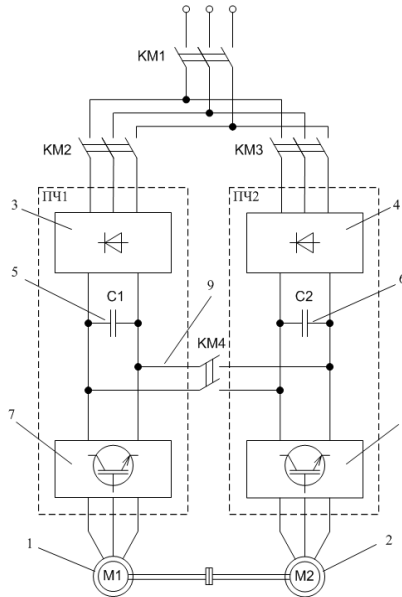


Рис. 1. Функциональная схема испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки с использованием двух преобразователей частоты

Сущность способа заключается в том, что механически сопряженные муфтой два асинхронных двигателя подключены к преобразователям частоты ПЧ1, ПЧ2, причем каждый преобразователь частоты состоит из выпрямительных блоков 3, 4 звеньев постоянного тока 5, 6, управляемых инверторов 7, 8 с общим звеном постоянного тока 9. Суть шины постоянного тока заключается в том, чтобы передавать энергию, вырабатываемую двигателем, который работает в генераторном режиме на двигатель, работающий в двигательном режиме, через его преобразователь частоты. На схеме также отмечена коммутационная аппаратура: контакторы КМ1–КМ3 – для включения / отключения частей схемы со стороны сети (источника питания); контактор КМ4 – для включения / отключения шины постоянного тока.

В данной работе реализованы системы векторного управления обоими двигателями. Система управления двигателя, который работает в приводном режиме, задействована целиком, тем временем как система управления двигателем, работающим в генераторном режиме, задействуется частично. Для генераторного режима в системе управления будет разорван контур скорости. Сигнал задания подается на контур регулирования активной составляющей тока статора. Таким образом фактически производится регулирование нагрузочного момента.

Для эффективного использования энергоресурсов, бесперебойного режима работы и достижения наибольшего коэффициента полезного действия реализуемой схемы испытаний требуется осуществить оптимальный подбор параметров преобразователей частоты и коммутационных аппаратов.

Заключение. В настоящий момент ведется работа над имитационной моделью стенда с учетом процессов коммутации в силовой части преобразователей частоты.

Литература

1. Захаренко, В. С. Инвариантный электромеханический стенд с рекуперацией энергии для испытания механических трансмиссий : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. С. Захаренко ; ГГТУ им. П. О. Сухого. – Гомель, 2000. – 21 с.
2. Захаренко, В. С. Динамика инвариантного испытательного стенда на основе асинхронно-вентильного каскада / В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2013. – Т. 322, № 4. – С. 25–33.
3. Авилов, В. Д. Математическое моделирование метода взаимной нагрузки при испытании асинхронных двигателей / В. Д. Авилов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов // Вестн. СибАДИ. – 2013. – № 5 (33). – С. 75–81.

**ПОСТРОЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ
НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ МІКРОТІК**

И. И. Климашевский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Ковалев

Достаточно часто стоит задача объединения филиалов одного предприятия в единую локальную сеть для файлообмена, построения доменной инфраструктуры, функционирования специализированного программного обеспечения. В ряде случаев интернет-провайдеры предоставляют услуги VLAN для реализации подобной задачи. Если же таковой возможности нет, то решением проблемы является построение VPN-тоннелей на собственном оборудовании. В данной работе рассмотрены два основных аспекта – построение тоннелей на основе протокола GRE с использованием шифрования IPSec и решение вопроса с отключением одного из провайдеров.

За основу возьмем оборудование производителя MikroTik, так как оно использует унифицированную систему RouterOS, имеет возможность глубокой настройки и масштабируемости. Рассмотрим ситуацию на примере двух филиалов, при необходимости схема может быть расширена. Для дополнительной надежности будем использовать по два Интернет-провайдера, имеющих внешние статические ip-адреса, со стороны каждого филиала.

Для начала рассмотрим ситуацию объединения филиалов, каждый из которых имеет одного интернет-провайдера. Предположим, что филиал № 1 имеет внешний ip-адрес 10.1.100.1/24, филиал № 2 – 10.1.200.1/24. Назначаем внутреннюю адресацию локальным сетям: для филиала № 1 – 192.168.15.0/24 (шлюз – 192.168.15.1), для филиала № 2 – 192.168.25.0/24 (шлюз – 192.168.25.1). Добавляем транспортную подсеть 172.16.30.0/30 для взаимодействия шлюзов через протокол GRE (рис. 1).

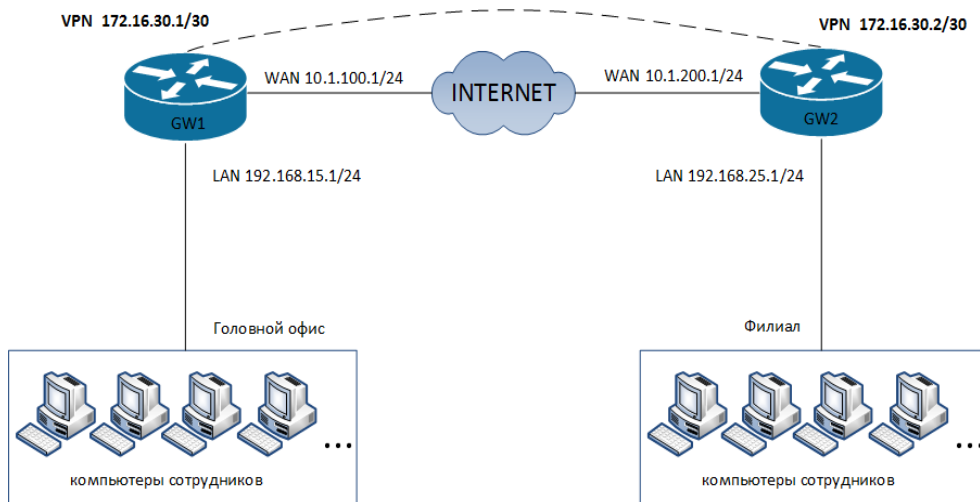


Рис. 1. IP-адресация двух филиалов, имеющих одного Интернет-провайдера с каждой стороны

Велика вероятность отказа одного из провайдеров. При таком раскладе общие ресурсы станут недоступны. С этой целью добавляем дополнительного провайдера с каждой стороны. Дополнительно просчитываем варианты отказа шлюзов на стороне любого филиала и создаем тоннели по принципу соединения «каждый с каждым». В общем виде схема будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

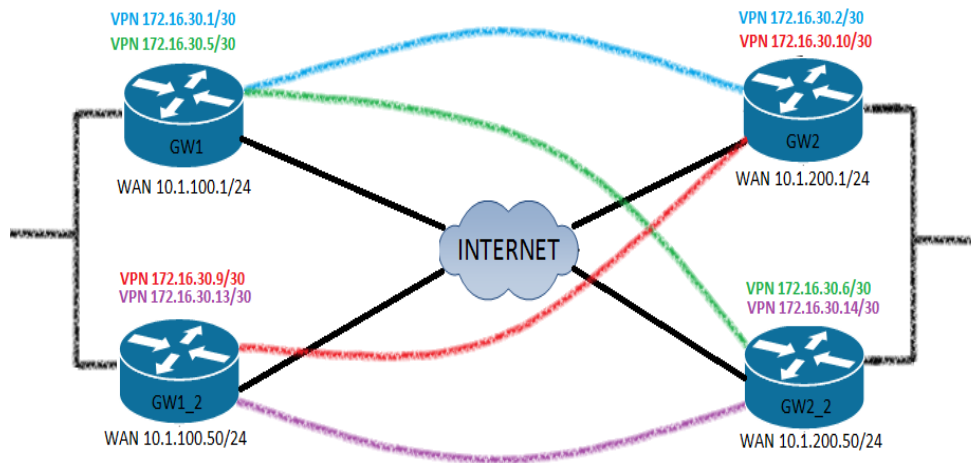


Рис. 2. Модернизация схемы связи филиалов (каждый имеет по два провайдера)

Переходим от теоретической к практической составляющей. Создаем GRE-тоннели на стороне каждого офиса. Пример приведен для одной из сторон (рис. 3, 4). Присваиваем адреса интерфейсам (рис. 5, 6). Добавление маршрутов и расстановка метрики (рис. 7, 8). Метрики маршрутов выставляем в зависимости от того, какой провайдер предоставляет более качественные услуги связи.

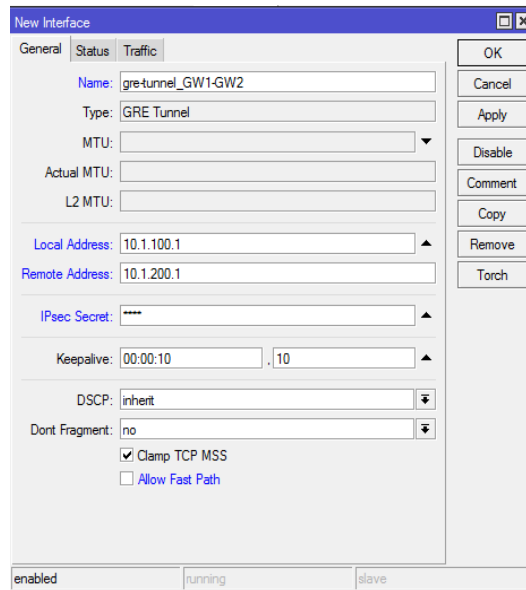


Рис. 3. Заполнение параметров GRE-тоннеля

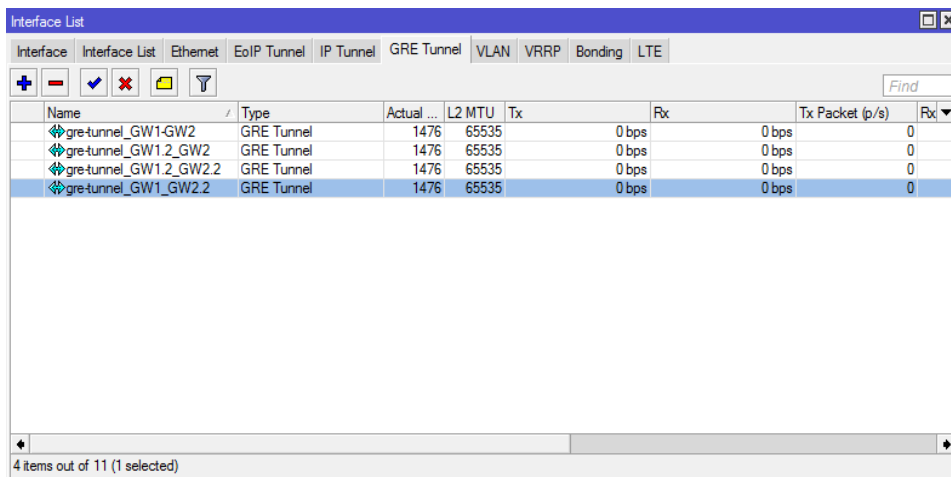


Рис. 4. Созданные тоннели на стороне первого филиала

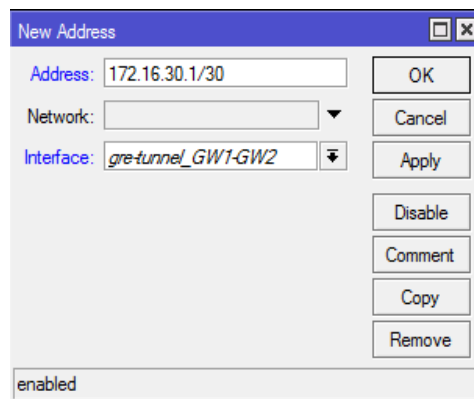


Рис. 5. Назначение ip-адреса интерфейсу транспортной сети филиала № 1

| Address | Network | Interface |
|------------------|--------------|------------------|
| 10.1.100.1/24 | 10.1.100.0 | ether1 |
| 10.1.100.50/24 | 10.1.100.0 | ether2 |
| 172.16.30.1/30 | 172.16.30.0 | gre-tunnel_GW... |
| 172.16.30.5/30 | 172.16.30.4 | gre-tunnel_GW... |
| 172.16.30.9/30 | 172.16.30.8 | gre-tunnel_GW... |
| 172.16.30.11/... | 172.16.30.8 | gre-tunnel_GW... |
| 192.168.15.1/... | 192.168.15.0 | bridge1 |

7 items

Рис. 6. IP-адреса интерфейсов со стороны первого филиала

Route <192.168.25.0/24>

General | Attributes

Dst. Address: 192.168.25.0/24

Gateway: gre-tunnel_GW1-GW2 unreachable

Check Gateway: ping

Type: unicast

Distance: 10

Scope: 30

Target Scope: 10

Routing Mark:

Pref. Source:

enabled active static

Рис. 7. Добавление маршрута для доступа к ресурсам второго филиала из подсети первого

| Routes | Nexthops | Rules | VRF | |
|------------------|--|----------|--------------|--------------|
| Dist. Address | Gateway | Distance | Routing Mark | Pref. Source |
| 0.0.0.0/0 | 192.168.15.1 unreachable | 1 | | |
| 10.1.100.0/24 | ether1 unreachable, bridge1 reachable | 0 | | 10.1.100.1 |
| 172.16.30.0/30 | gre-tunnel_GW1-GW2 unreachable | 255 | | 172.16.30.1 |
| 172.16.30.4/30 | gre-tunnel_GW1_GW2.2 unreachable | 255 | | 172.16.30.5 |
| 172.16.30.8/30 | gre-tunnel_GW1_2_GW2 unreachable, gre-tunnel_GW1_2_... | 255 | | 172.16.30.9 |
| 192.168.15.0/... | bridge1 reachable | 0 | | 192.168.15.1 |
| 192.168.25.0/... | gre-tunnel_GW1-GW2 unreachable | 10 | | |
| 192.168.25.0/... | gre-tunnel_GW1_GW2.2 unreachable | 11 | | |
| 192.168.25.0/... | gre-tunnel_GW1_2_GW2 unreachable | 12 | | |
| 192.168.25.0/... | gre-tunnel_GW1_2_GW2.2 unreachable | 13 | | |

10 items (1 selected)

Рис. 8. Общий вид маршрутов со стороны первого филиала с различными метриками

Для того чтобы происходило переключение каналов связи, устройство должно отследить момент отсутствия доступности одного из провайдеров. Существует стандартный способ проверки, когда устройство проверяет доступность ближайшего шлюза. Данный подход имеет существенный недостаток: если модем исправен, а следующий узел нет, то устройство не произведет переключение.

Для решения данной задачи существует другой способ, основанный на встроенной утилите «Netwatch», которая будет один раз в минуту проверять доступность интернета с помощью команды ping до узла 8.8.4.4. Доступность узла будет проверяться исключительно через первый канал, для второго доступ будет всегда закрыт. Таким образом, если ping проходит – это значит, что первый канал находится в рабочем состоянии и должен быть включен, а второй канал должен быть выключен. Верно и обратное утверждение. Как только ping начнет проходить – произойдет переключение. Нужный маршрут утилита будет определять по назначенному комментарию. Пример программы для проверки доступности канала приведен на рис. 9.

```

/ip route
set comment=ISP1 [find gateway=10.1.100.1]
set comment=ISP2 [find gateway=10.1.200.1]

/ip route
add distance=1 dst-address=8.8.4.4/32 gateway=10.1.100.1

/ip firewall filter
add action=drop chain=output dst-address=8.8.4.4 out-
interface=ether2-WAN2 protocol=icmp comment="Deny 8.8.4.4 through
reserved internet-channel"

/tool netwatch
add down-script="/ip route set [find comment=\"ISP1\"] dis-
abled=yes\r\
\n/ip route set [find comment=\"ISP2\"] disabled=no" host=8.8.4.4
\
up-script="/ip route set [find comment=\"ISP1\"] disabled=no\r\
\n/ip route set [find comment=\"ISP2\"] disabled=yes"

```

Рис. 9. Программа для проверки доступности интернет-канала

Литература

1. MikroTik documentationwiki. – 2019. – Режим доступа: <https://wiki.mikrotik.com/wiki/>. – Дата доступа: 14.03.2019.
2. GRE (протокол). – 2015. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GRE>. – Дата доступа: 26.02.2019.
3. Mikrotik. Failover. Load Balancing. – 2014. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/244385/>. – Дата доступа: 26.02.2019.

МОДУЛЬ БЕСКОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ ДЛЯ ВЕНДИНГОВОГО АВТОМАТА

Н. А. Ковалев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Ковалев

Вендинг – одно из самых разнообразных и творческих направлений бизнеса, через торговые автоматы можно продавать практически все. В странах Восточной Европы потребитель пока не сталкивался с тем многообразием вендинговых аппаратов, которые существуют в мире, у нас пока преобладают «классические» автоматы. Однако в Японии эти устройства продают рис в мешках, лобстеров и жуков, определяют пол и возраст потребителя, принимают оплату по отпечатку пальца. Существуют виды вендинговых аппаратов, которые продают золото, часы, ювелирные изделия, парфюмерию, хлеб, свежее мясо, рыбу и прочие продукты. Машины делают прямо на месте пиццу и мороженое, кислородные коктейли и свежий сок. Рассмотрим «классику», т. е. традиционные виды торговых автоматов. Виды автоматов: кофейные автоматы, снековые автоматы, автоматы по продаже газировки, аквавендинг, автоматы по продаже еды, автоматы по продаже непродовольственных товаров, мини-вендинг, услуг, развлекательные автоматы.

В современном мире наиболее используются следующие бесконтактные системы оплаты: NFC- и RFID-технологии.

NFC – это беспроводная короткодистанционная технология, которая работает на расстоянии не более 10 см. NFC работает на частоте 13,56 МГц. NFC всегда включает инициатор и цель; инициатор активно генерирует радиочастотное поле, которое может влиять на пассивную цель. Также возможна NFC-связь между двумя устройствами при условии, что оба устройства включены.

Благодаря компактным размерам и низкому потреблению энергии NFC можно использовать в небольших устройствах. В смартфонах антенна часто крепится на задней стороне гаджета, под крышкой. Чтобы у пользователей не возникало вопроса, как именно прикладывать гаджет для передачи данных (особенно такая проблема характерна для планшетов из-за их большого размера и маленького радиуса действия технологии), местонахождение чипа часто помечается специальной наклейкой на корпусе (рис. 1).



Рис. 1. Аппаратная часть платежной NFC-системы

RFID (Radio Frequency IDentificatio) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель, ридер или интеррогатор) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег).

По дальности считывания RFID-системы можно подразделить на системы:

- а) ближней идентификации (считывание производится на расстоянии до 20 см);
- б) идентификации средней дальности (от 20 см до 5 м);
- в) дальней идентификации (от 5 м до 300 м).

Большинство RFID-меток состоит из двух частей. Первая – интегральная схема (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного (RF) сигнала и некоторых других функций. Вторая – антенна для приема и передачи сигнала (рис. 2).

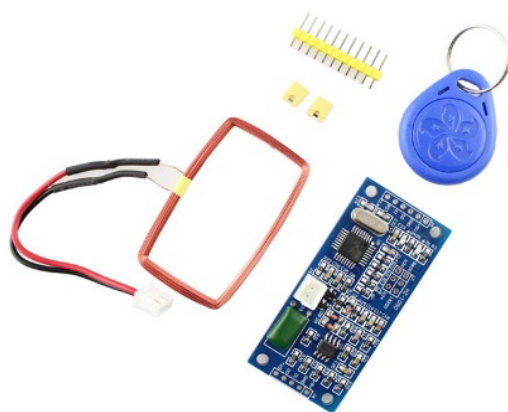


Рис. 2. Аппаратная часть RFID-системы

Near field communication (NFC) – «коммуникация ближнего поля», «ближняя бесконтактная связь» – технология беспроводной передачи данных малого радиуса действия, которая дает возможность обмена данными между устройствами, находящимися на расстоянии 4 см.

Эта технология – простое расширение стандарта бесконтактных карт, которое объединяет интерфейс смарт-карты и считывателя в единое устройство. Устройство NFC может поддерживать связь и с существующими смарт-картами, и со считывателями стандарта ISO 14443, и с другими устройствами NFC и, таким образом, – совместимо с существующей инфраструктурой бесконтактных карт, уже используемой в общественном транспорте и платежных системах, NFC нацелена, прежде всего, на использование в цифровых мобильных устройствах.

В NFC связь поддерживается посредством индукции магнитного поля, где две рамочные антенны располагаются в пределах ближнего поля друг друга, эффективно формируя трансформатор с воздушным сердечником. Этот стандарт работает в пределах общественно доступных и нелицензируемых радиочастот ISM band – промышленные, научные и медицинские радиочастоты около 13,56 МГц, с шириной полосы пропускания почти 2 МГц; рабочее расстояние с компактными стандартными антеннами: до 20 см; поддерживаемые скорости передачи данных: 106, 212, 424, 848, 1695, 3390, 6780 кбод.

Существуют два режима:

Пассивный режим связи: устройство инициатор обеспечивает несущее поле, а целевое устройство отвечает посредством модулирования имеющегося поля. В этом режиме целевое устройство может вытягивать свою рабочую мощность из предоставленной инициатором электромагнитной области, таким образом делая целевое устройство ретранслятором.

Активный режим связи: и инициатор, и целевое устройство взаимодействуют путем поочередного создания своих собственных полей. Устройство деактивирует свое радиочастотное поле в то время, как оно ожидает данных. В этом режиме у обоих устройств должно быть электропитание.

Для передачи данных NFC использует два различных вида кодирования. Если активное устройство передает данные со скоростью 106 кбод, тогда используется модифицированный код Миллера со 100%-й модуляцией. Во всех других случаях используется манчестерское кодирование с коэффициентом модуляции 10 %.

Устройства NFC в состоянии одновременно и получать, и передавать данные. Таким образом, они могут контролировать радиочастотное поле и обнаруживать противоречия, если полученный сигнал не соответствует переданному.

Благодаря компактным размерам и низкому потреблению энергии NFC можно использовать в небольших устройствах. В смартфонах антенна часто крепится на задней стороне гаджета, под крышкой. Чтобы у пользователей не возникало вопроса, как именно прикладывать гаджет для передачи данных (особенно такая проблема характерна для планшетов из-за их большого размера и маленького радиуса действия технологии), местонахождение чипа часто помечается специальной наклейкой на корпусе.

NFC и Bluetooth – технологии связи малого радиуса действия, которые были недавно интегрированы в мобильные телефоны. Существенное преимущество NFC над Bluetooth – более короткое время установки соединения. Вместо выполнения инструкций по согласованию для идентификации Bluetooth-устройства связь между двумя устройствами NFC устанавливается сразу (менее чем за одну десятую секунды). Чтобы избежать сложного процесса согласования, NFC может использоваться для установки соединений в беспроводных технологиях, таких как Bluetooth. Максимальная скорость передачи данных NFC (424 кбод) меньше, чем Bluetooth (24 Мбод). У NFC меньший радиус действия (менее 20 см), который обеспечивает большую степень безопасности и делает NFC подходящей для переполненных пространств, где установление соответствия между сигналом и передавшим его физическим устройством (и как следствие, его пользователем) могло бы иначе оказаться невозможным. В отличие от Bluetooth, NFC совместима с существующими RFID-структурами. NFC может также работать, когда одно из устройств не снабжено источником питания (например, телефон, который может быть выключен, бесконтактная кредитная смарт-карта, smart poster и т. д.).

Л и т е р а т у р а

1. Ковалев, А. В. Управление промышленными объектами / А. В. Ковалев, Д. А. Литвинов. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Дата доступа: 21.03.2019.
2. Карпов, В. А. Преобразовательная техника / В. А. Карпов. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Дата доступа: 21.03.2019.
3. Дозирование сыпучего сырья на предприятиях / ПетроКомплекс. – Режим доступа: <http://retrocomplex.ru/>. – Дата доступа: 05.03.2019.
4. Весовые дозирующие контроллеры / Килограмус.ру. – Режим доступа: <http://kilogramus.ru>. – Дата доступа: 05.03.2019.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОМБИНИРОВАННЫМИ ДОРОЖНЫМИ МАШИНАМИ

Д. В. Ковалев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: В. А. Карпов, А. В. Ковалев

Для обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах в зимний период времени используются различные виды комбинированных дорожных машин (КДМ). Для удаления снежного покрова и наледи используются механические способы уборки и распределение противогололедных материалов (ПГМ) – соль, жидкий реагент, пескосоль, песок и гранитная крошка [1]. Вид противогололедного средства зависит, как правило, от бюджета дорожной эксплуатирующей организации и температуры окружающей среды. Каждому из ПГМ присущи достоинства и недостатки [2]. При температуре дорожного полотна до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ экономически целесообразнее и экологичнее использовать жидкие ПГМ, которые, в свою очередь, обеспечивают более высокую скорость очистки дороги от наледи.

Для распределения и дозирования жидких ПГМ наиболее часто используются два способа:

- нанесение ПГМ на дорожное полотно путем разбрасывания вращающимися дисками, на которые реагент попадает и дозируется управляемым насосом из бака;
- нанесение ПГМ на дорожное полотно путем распределения форсунками напорной ramпы, в которой или поддерживается неизменным давление, или через которую регулируется расход реагента.

Преимущества второго способа – равномерность распределения и более высокая эффективность. Однако техническая реализация для работы в автоматическом режиме с привязкой скорости движения КДМ и обеспечения заданной плотности распределения жидких ПГМ имеет ряд трудностей: усложнение алгоритма работы из-за наличия большего количества исполнительных механизмов и влияние неидентичности параметров регулирующих и распределяющих компонентов системы на ее градуировочную характеристику в целом.

В работе рассматривается способ управления форсунками напорной ramпы и управляемой задвижкой, которая регулирует расход в ramпу от насоса постоянной производительности подачи жидких ПГМ. Для реализации регулировки ширины распределения ПГМ и плотности форсунки объединены в группы с разной производительностью и направлением распыла. Требуемая плотность распределения ПГМ достигается путем открытия задвижки на заданный угол согласно градуировочной характеристике в зависимости от эффективной площади открытых форсунок.

При испытаниях было выявлено, что при работе на малых расходах или при низких скоростях движения КДМ проявляется эффект гистерезиса пропускной способности задвижки при малых углах ее открытия вследствие особенностей конструктивного исполнения уплотнения. Это обстоятельство не давало возможности работать по восходящей характеристике с требуемой погрешностью распределения ПГМ. Для устранения этого явления в управляющий сигнал системы управления задвижкой на малых углах было введено перерегулирование для восходящей характеристики, что позволило уменьшить влияние гистерезиса более чем в три раза, не изменив при этом динамические и точностные характеристики системы распределения жидких ПГМ в целом.

Применение подобного подхода управления для КДМ с рамповой системой распределения жидких реагентов позволяет расширить динамический диапазон режимов распределения жидких ПГМ при сохранении заданной точности их дозирования для автоматического режима работы оборудования.

Литература

1. СТБ 1158–2013. Материалы противогололедные для зимнего содержания автомобильных дорог. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1158–2008 ; введ. 01.07.2014. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2014. – III, 16 с. : ил. – (Государственный стандарт Республики Беларусь.)
2. Противогололедные реагенты и их влияние на природную среду / Л. Ф. Николаева [и др.]. – М. : Диалог-МГУ, 1998. – 60 с.

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО
ОДНОШПИНДЕЛЬНОГО ДВУХСУППОРТНОГО ТОКАРНОГО
СТАНКА**

Е. И. Козырев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. В. Крышнев

Комплексная система управления позволяет повысить скорость и точности обрабатываемой продукции; расширить функциональные возможности токарных операций: чистовая и финишная обработка детали, интерполяционная обработка деталей сложной геометрии, точное нарезание резьбы различных шагов и т. д.

Система позволяет усовершенствовать процесс переналадки оборудования. Дает возможность сохранения каталога программ обрабатываемых деталей. Имеет более информативный удобный в эксплуатации интерфейс, позволяющий производить удобную корректировку обрабатываемых программ, без дополнительных программных средств. Интерфейс имеет функции проектирования движения резца, отображающую геометрию детали до и после рабочего прохода. Появляется возможность быстрой разработки программы обработки детали по точкам позиционирования без надобности построчного описания рабочей программы.

Система управления разрабатывается для токарного вертикального одношпиндельного двухсуппортной полуавтомата ЧПУ 1А734 (РУП «Минский завод автоматических линий имени П. М. Машерова»). Станки этого типа предназначены для черновой и чистовой токарной обработки деталей типа валов, дисков, фланцев, шестерен, маховиков с прямолинейными и криволинейными образующими в условиях серийного, крупносерийного, массового производства (см. таблицу).

Технические характеристики станка 1А734

| Параметр | Значение |
|--|-----------------|
| Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С) | Н |
| Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм | 560 |
| Наибольшая высота обрабатываемой детали, мм | 600 |
| Количество шпинделей | 1 |
| ЧПУ | ЦПУ |

Окончание

| Параметр | Значение |
|--|--|
| Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин | 45–1000 |
| Мощность, кВт | 24 |
| Габариты, мм | 4400_2500_3020 |
| Масса, кг | 12700 |
| Завод-производитель | Минский завод автоматических линий имени Машерова МЗАЛ, УП |

В качестве подходящей системы автоматизированного управления можем выбрать вариант модульной системы SINUMERIK 840D sl.

SINUMERIK 840D sl – это СЧПУ для выполнения задач средней и высокой сложности. Рабочие характеристики и гибкость прежде всего для сложных многоосевых установок, сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ, встроенные сертифицированные функции. SINUMERIK 840D sl предлагает модульную, открытую, гибкую, унифицированную структуру для управления, программирования и визуализации. Она предоставляет системную базу с функциями практически для любых технологий. Конструктивно SINUMERIK 840D sl объединяет в одном SINUMERIK NCU (NCU 710.1/NCU 720.1/NCU 730.1/NCU 730.2 PN) задачи ЧПУ, HMI, ПЛК, регулирования и коммуникации. Для управления, программирования и визуализации соответствующее ПО HMI уже встроено в ПО NCU и работает на высокопроизводительном многопроцессорном модуле NCU.



Рис. 1. Внешний вид платы NCU SINUMERIK 840D sl

Для увеличения производительности в области управления может использоваться промышленный PC SINUMERIK PCU 50.3. До четырех децентрализованных ОР могут работать на одном NCU/PCU. Пульт оператора может быть установлен как «тонкий клиент» на удалении до 100 м. Высокопроизводительный многопроцессорный модуль

NCU может быть размещен слева от модуля Line SINAMICS S120. При необходимости NCU может быть размещено и отдельно, на расстоянии до 100 м. Для соединения используются кабели DRIVE-CLiQ MOTION-CONNECT. SINUMERIK 840D sl в комбинации с NCU 730.2 PN предлагает встроенную функциональность PROFINET с поддержкой PROFINET CBA и PROFINET IO.

Для SINUMERIK 840D sl с NCU 710.1 доступно до шести осей. С помощью NCU 720.1/NCU 730.1/ NCU 730.2 PN количество осей и/или производительность регулятора может быть увеличена до 31 оси.

Благодаря открытости в HMI, ЧПУ и ПЛК пользователь может внедрять свои собственные программные элементы для получения желаемого индивидуального решения управления. SINUMERIK 840D sl предлагает пользователю открытость вплоть до ядра ЧПУ. Благодаря такой открытой архитектуре и высокой производительности на SINUMERIK 840D sl можно реализовывать гибкую, быструю и недорогую адаптацию функций ЧПУ к различным инновационным кинематикам станков. Специфические для технологий дополнительные функции могут догружаться в качестве компилируемых циклов.

Основным элементом системы управления станка является программируемый логический контроллер SIMATIC S7-300, который предназначен для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция контроллера S7-300, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, высокое удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения оптимальных решений для построения систем автоматического управления технологическими процессами в различных областях промышленного производства.



Рис. 2. Внешний вид ПЛК SIMATIC S7-300

Программируемый контроллер SIMATIC S7-300 имеет модульную конструкцию и включает в себя следующие компоненты:

– стойки (Rack). Стойки используются для размещения в них модулей и для соединения последних друг с другом;

- источник питания (PS – «power supply»). Источник питания обеспечивает внутренние напряжения питания;
- центральный процессор (CPU – «central processing unit»). Центральный процессор используется для размещения и обработки программы пользователя;
- интерфейсные модули (IM – «interface module»). Интерфейсные модули используются для соединения стоек друг с другом;
- сигнальные модули (SM – «signal module»). Сигнальные модули используются для преобразования сигналов, поступающих от процесса, во внутренние сигналы для последующей обработки или в дискретные или аналоговые сигналы для управления приводами;
- функциональные модули (FM – «function module»). Функциональные модули не зависят от CPU, используются для выполнения сложных или зависящих от времени процессов;
- коммуникационные процессоры (CP – «communication processor»). Коммуникационные процессоры используются для связи с подсетями;
- подсети (используются для связи программируемых контроллеров друг с другом или с другими устройствами).

Программируемый контроллер (или станция) может состоять из нескольких стоек, которые связываются друг с другом посредством шины. Источник питания, CPU и I/O модули (модули SM, FM и CP) включаются в центральную стойку. Если для I/O модулей недостаточно места или необходимо часть или все I/O модули разместить вне центральной стойки, то в таких случаях используют дополнительные стойки – стойки расширения, которые соединяются с центральной стойкой посредством интерфейсных модулей. Также возможно подключение к станции распределенных входов/выходов.

Для связи модулей друг с другом в стойках служат две шины: шина входов/выходов (I/O- или P-шина) и коммуникационная шина (или K-шина). I/O-шина предназначена для высокоскоростного обмена входными и выходными сигналами, а коммуникационная шина обеспечивает обмен между модулями большими порциями данных. Коммуникационная шина соединяет CPU и интерфейс программатора (MPI) с функциональными модулями и коммуникационными процессорами.



Рис. 3. Модульная конфигурация ПЛК S7-300

Пользователь может задействовать максимум восемь модулей в стойке. Число модулей может быть ограничено также максимально допустимым током потребле-

ния на одну стойку, который составляет 1,2 А (для CPU 312 IFM максимально допустимый ток потребления составляет 0,8 А). Модули связаны между собой внутренней шиной стойки, обеспечивающей функции Р- и К-шин.

Разрабатываемая комплексная система управления позволит повысить надежность функционирования станка, ускорить процесс переналадки его компонентов и тем самым снизить простои оборудования по причине его наладки и ремонта.

Л и т е р а т у р а

1. SIEMENS SIMATIC S7. Программирование и обслуживание : учеб. курс. – NNM, 2007. – 188 с.
2. Бергер, Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400 / Г. Бергер // Siemens AG–2001. – Режим доступа: www.studmed.ru/berger-gans-avtomatizaciya-posredstvom-step7-s-ispolzovaniem-lad-ifbd-i-programiruemyh-kontrollerov-simatic-s7-300400_7eeea0e2f66.html.
3. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров. – М. : СОЛОНПресс, 2004. – 256 с.
4. SIMATIC Automation System S7 – 300. Отказоустойчивые сигнальные модули. Руководство. – Режим доступа: www.siemens.com/content:05_S7-300_2017_ru.pdf.

РАЗРАБОТКА БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТА THEOREMS-DNIPRO

М. А. Нестеренко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: А. В. Сахарук, Ю. В. Крышнев

Проект «THEOREMS-Dnipro» (гидрометеорологический и экологический мониторинг трансграничного участка реки Днепр) направлен на повышение эффективности системы мониторинга реки Днепр, повышение экологической осведомленности и эффективности комплексного управления трансграничными водными ресурсами реки Днепр в Черниговской (Украина) и Гомельской (Республика Беларусь) областях. Проект предусматривает установку двух новых автоматизированных и энергетически автономных станций АНМЕС (Automated HydroMeteorological / Ecological Station) на территории Республики Беларусь (г. Лоев) и Украины (г. Любеч) с возможностью удаленного управления.

Станции в автоматическом режиме будут отсылать на сервер для дальнейшей обработки и хранения следующие измерения:

- уровень воды в открытом природном водоеме;
- температура воды в поверхностных водах открытого природного водоема;
- концентрация хлоридов (Cl⁻) и нитратов (NO₃⁻) в поверхностных водах открытого природного водоема;
- значение водородного показателя (рН) в поверхностных водах открытого природного водоема;
- значение окислительно-восстановительного потенциала в поверхностных водах открытого природного водоема;
- скорость и направление ветра;
- температура и относительная влажность окружающего воздуха;
- атмосферное давление;
- количество осадков.

В качестве системы управления баз данных (СУБД) выбрана свободно распространяемая реляционная СУБД MySQL. Реляционная база данных – это набор дан-

ных с predetermined связями между ними. Эти данные организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. В таблицах хранится информация об объектах, представленных в базе данных. В каждом столбце таблицы хранится определенный тип данных, в каждой ячейке – значение атрибута. Каждая строка таблицы представляет собой набор связанных значений, относящихся к одному объекту или сущности. Каждая строка в таблице может быть помечена уникальным идентификатором, называемым первичным ключом, а строки из нескольких таблиц могут быть связаны с помощью внешних ключей. К этим данным можно получить доступ многими способами, и при этом реорганизовывать таблицы базы данных (БД) не требуется [1].

На каждой станции установлен одноплатный компьютер (ОК), который осуществляет считывание информации со всех установленных на станции датчиков, а также рассылает с определенным (гибко настраиваемым) интервалом измерительные данные целевым организациям. Кроме того, ОК передает данные на веб-сайт проекта для оповещения населения об экологической и гидрометеорологической ситуации в районе бассейна реки Днепр. Одноплатный компьютер собирает в свою БД предварительно обработанную информацию с датчиков, из которой в следующей итерации цикла отправки данные будут отосланы получателям. Станции имеют автономное питание, а данные будут отправляться беспроводным способом, поэтому постоянное поддержание состояния активного подключения к сети рассматривается как энергозатратная операция. Также хранение измерительных данных позволит в случае невозможности соединения с сетью или получателями повторить отправку позднее и не потерять историю измерений. Структура БД одноплатного компьютера представлена в таблице.

Структура базы данных одноплатного компьютера

| Имя таблицы | Имя поля | Тип | Атрибуты |
|------------------|----------------------------|-----------|--|
| tbl_measurement | id_measurement | INTEGER | NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT |
| | measurement_id_typeValue | INTEGER | NOT NULL |
| | value_measurement | REAL | NOT NULL |
| | measurement_id_units | INTEGER | NOT NULL |
| | startTime_measurement | DATETIME | NOT NULL |
| | duration_measurement | INTEGER | NOT NULL |
| | measurement_id_matchBevice | INTEGER | NOT NULL |
| | measurement_id_sensor | INTEGER | NOT NULL |
| sync_measurement | INTEGER | DEFAULT 0 | |
| tbl_task | id_task | INTEGER | NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT |
| | target_task | INTEGER | NOT NULL |
| | type_task | INTEGER | NOT NULL |
| | periodicity_task | INTEGER | NOT NULL |

| Имя таблицы | Имя поля | Тип | Атрибуты |
|---------------|--------------------------|----------|--|
| | dateTime_task | DATETIME | NOT NULL |
| | power_task | INTEGER | NOT NULL |
| | pairingManufacturer_task | TEXT | NOT NULL |
| | pairingSerialNumber_task | TEXT | NOT NULL |
| | idSensor_task | INTEGER | NOT NULL |
| | typeMeasurements_task | INTEGER | NOT NULL |
| | parameterNumber | INTEGER | NOT NULL |
| | parameterType | INTEGER | NOT NULL |
| | value | DOUBLE | NOT NULL |
| tbl_typeValue | id_typeValue | INTEGER | NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT |
| | name_typeValue | TEXT | NOT NULL |
| | shortName_typeValue | TEXT | NOT NULL |
| tbl_units | id_units | INTEGER | NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT |
| | name_units | TEXT | NOT NULL |
| | shortName_units | TEXT | NOT NULL |

База данных для веб-сайта спроектирована на высокую производительность для хранения измерительной информации за непрерывный многолетний период наблюдения. Каждый измеряемый параметр хранится вместе с временной меткой и идентификатором станции. Структура базы данных для хранения измерительной информации представлена на рис. 1.

Для ускорения доступа используются индексы. Индексы применяются для быстрого поиска строк с указанным значением одного столбца. Без индекса чтение таблицы осуществляется по всей таблице, начиная с первой записи, пока не будут найдены соответствующие строки. Если же таблица содержит индекс по рассматриваемым столбцам, то MySQL может быстро определить позицию для поиска в середине файла данных без просмотра всех данных [2].

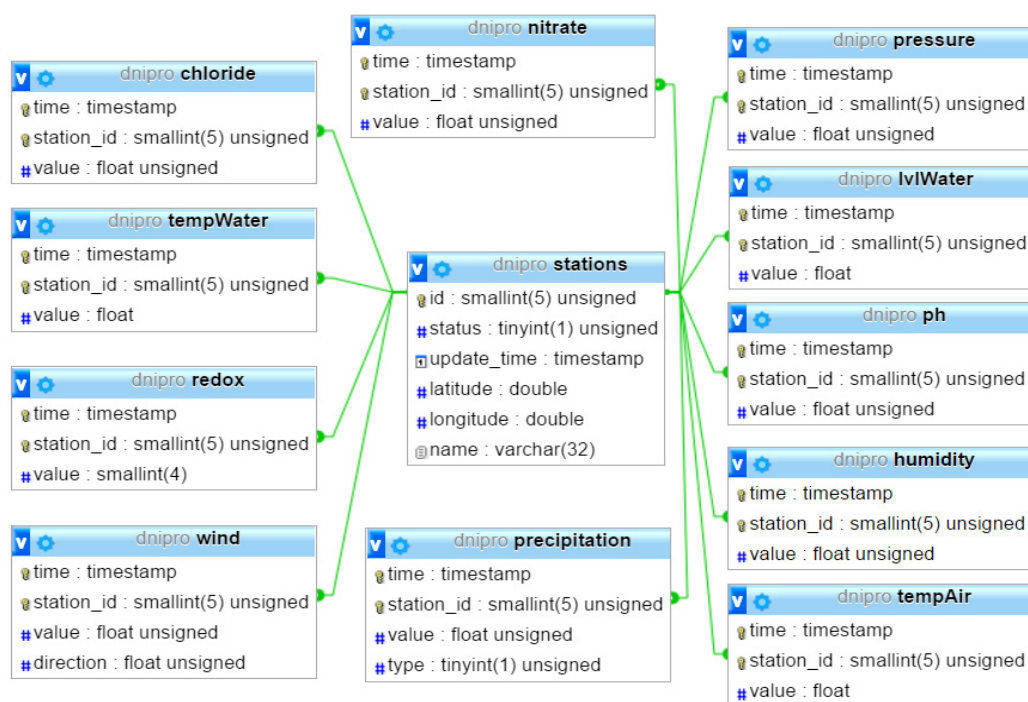


Рис. 1. Структура базы данных веб-сайта для хранения измерительной информации



The project is co-funded
by the European Union

Литература

1. Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/relational-database/>. – Дата доступа: 13.05.2019.
2. Режим доступа: http://www.mysql.ru/docs/man/MySQL_indexes.html. – Дата доступа: 29.04.2019.
3. Шварц, Б. MySQL по максимуму / Б. Шварц, П. Зайцев, В. Ткаченко. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2018. – 864 с.
4. Форта, Бен. SQL за 10 минут / Бен Форта : пер. с англ. – 4-е изд. – М. : ООО И. Д. Вильямс, 2014. – 288 с.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

В. И. Пищик, С. В. Верещак

*Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель О. В. Обидина

Места проезжей части автомобилей являются одними из опасных мест для человека, связанных с непредсказуемыми, а часто и трагическими последствиями. Причинами большинства дорожно-транспортных происшествий являются несвоевременное или недостаточно интенсивное торможение, невнимательность водителя, сложность погодных условий. Для решения таких ситуаций создают различные автоматические системы, например, системы экстренного торможения.

Автоматическая система экстренного торможения представляет собой комплекс средств, оценивающих движение автомобиля и предсказывающих вероятность столкновения во время всего пути. При возникновении условий, препятствующих безопасному движению, система предупреждает водителя различными сигнализирующими средствами и в случае неизбежности активирует экстренное торможение независимо от водителя.

В конструкцию автомобиля включаются датчики-радары и видеокамеры, установленные в передний бампер и лобовое стекло соответственно. Датчик ультразвуковых импульсов оценивает объекты перед автомобилем, их скорость и расстояние. Предусмотренная видеокамера проводит идентификацию объекта и решает стоит ли игнорировать проблему.

В быстрой и совокупной работе всех средств системы сокращается тормозной путь на 20 % и минимизируются повреждения. На скоростях до 32 км/ч система позволяет предотвратить аварию. Также по результатам проводимых исследований Euro NCAP своевременное торможение уменьшает количество ДТП на 38 % [1].

Множество пройденных тестов и заключений об эффективности использования систем автоматического экстренного торможения способствует активному внедрению в новые грузовики и автобусы по всему Европейскому союзу, а с 2021 г. вводится обязательное присутствие этих комплексов средств в каждом новом легковом автомобиле. На данный момент система является дополнительной функцией, которую можно приобрести за отдельную плату.

Стоит полагать, что такие системы, в первую очередь, являются вспомогательными, предназначенными для уменьшения вероятности столкновения, в случае произошедшего – для уменьшения серьезности аварии.

Появление таких новшеств при конструировании автомобилей должно активно взаимодействовать с законодательной частью. Система автоматического экстренного торможения в странах СНГ постепенно начинает набирать популярность, что является явной перспективой для работы в этой отрасли.

Наличие в Республике Беларусь автомобильно-строительных заводов позволяет оснастить производимые ими автобусы, легковые и грузовые машины данной системой, обезопасив движение и повысив их востребованность на экспорт за границу.

Литература

1. Study Confirms High Effectiveness of Low Speed Autonomous Emergency Braking (AEB). – Режим доступа: <https://www.euroncap.com/>. – Дата доступа: 02.04.2019.

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОГРАНИЧЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

К. Д. Поляков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. С. Захаренко

Известна проблема с наличием значительного перерегулирования в переходных процессах «в большом» при некорректном учете ограничения регуляторов [1], [2], как показано на рис. 1.

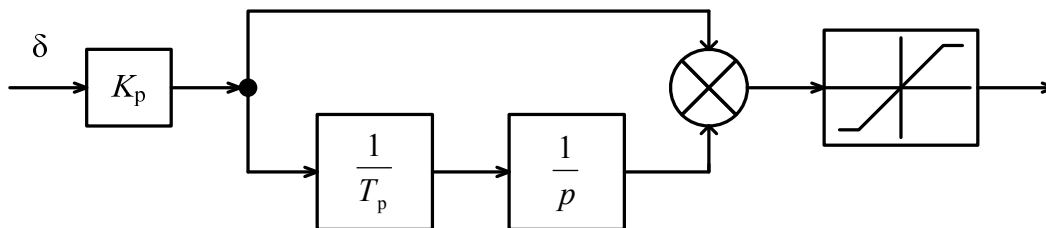


Рис. 1. Структурная схема ПИ-регулятора с некорректным ограничением:
 δ – сигнал рассогласования; K_p – коэффициент передачи регулятора;
 T_p – постоянная времени регулятора

Это вызвано тем, что при положительном значении рассогласования на входе регулятора выход интегрирующей составляющей продолжает увеличиваться, даже когда нелинейное звено на выходе находится в ограничении.

Целью данной работы является сравнение различных способов учета ограничения регуляторов и выбор оптимального для последующей практической реализации в управляющей программе векторного управления асинхронным электродвигателем отладочного комплекта Texas Instruments TMDSHVMTRFCKIT.

За «эталонную» взята модель регулятора, соответствующая аналоговой реализации на операционном усилителе с воздействием ограничителя на выход усилителя, как показано на рис. 2.

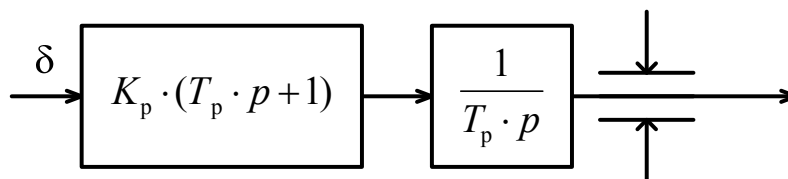


Рис. 2. Структурная схема «эталонной» модель ПИ-регулятора

Анализ переходных процессов производится на примере системы векторного управления [3], [4] асинхронным электродвигателем 4A160S4Y3.

Кроме вариантов, приведенных на рис. 1 и 2, анализировались регуляторы:

– с переключением выхода интегратора на «0» при ограничении регулятора, как показано на рис. 3, а;

– с ограничением выхода регулятора и ограничения интегратора [1], как показано на рис. 3, б.

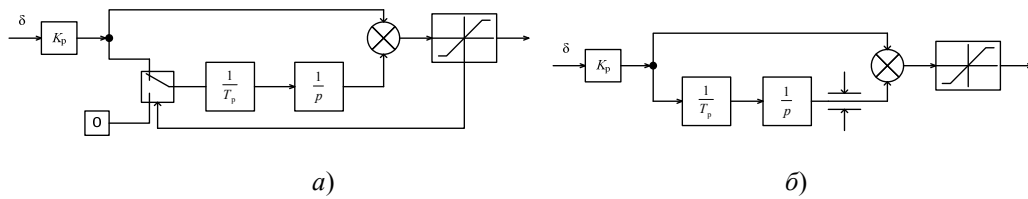


Рис. 3. Варианты структурной схемы регулятора

Диаграммы переходного процесса «в большом» для эталонной модели приведены на рис. 4. Для случая некорректного учета ограничения (рис. 1) диаграммы приведены на рис. 5. Для вариантов, представленных на рис. 3, а и 3, б – на рис. 6 и 7, соответственно.

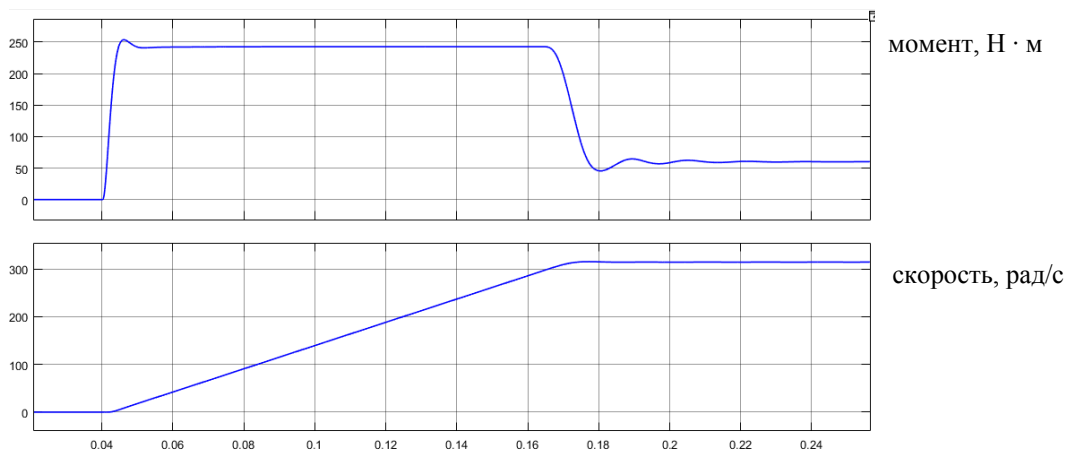


Рис. 4. Диаграммы переходных процессов «эталонной» модели. Перерегулирование по скорости составляет 0,16 %

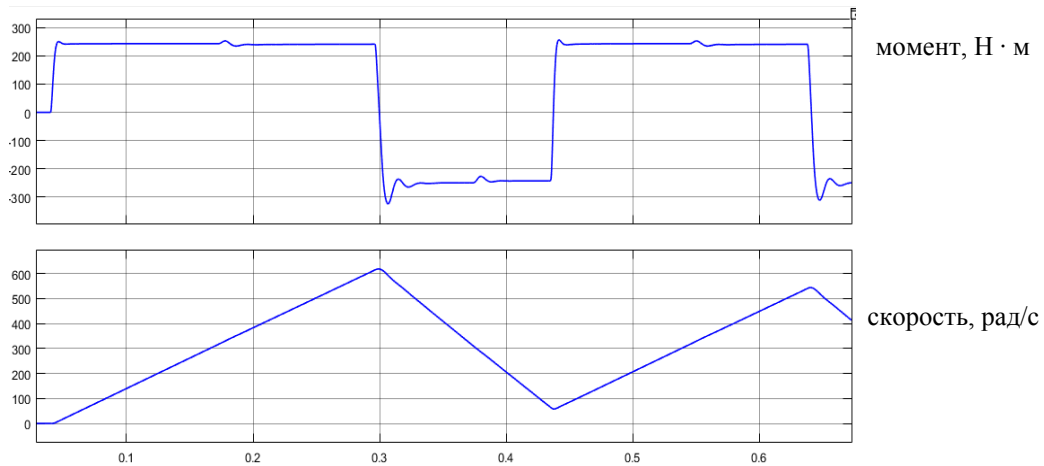


Рис. 5. Диаграммы переходных процессов модели с некорректным ограничением. Перерегулирование по скорости составляет 98,5 %

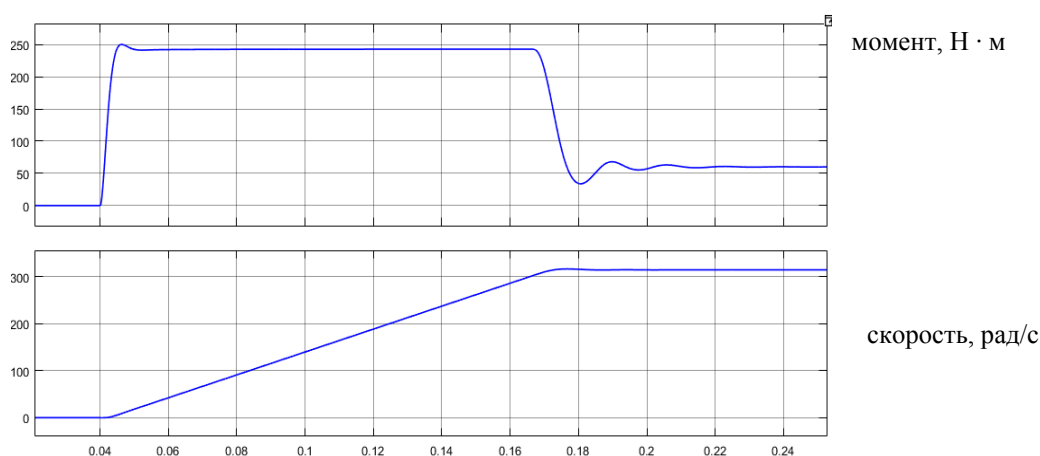


Рис. 6. Диаграммы переходных процессов модели с переключением выхода интегратора на «0» при ограничении регулятора. Перерегулирование по скорости составляет 0,32 %

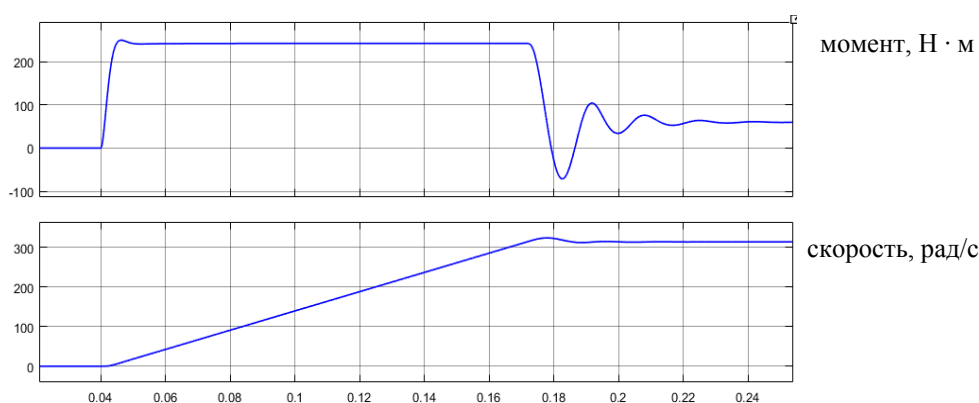


Рис. 7. Диаграммы переходных процессов модели с ограничением выхода регулятора и ограничения интегратора. Перерегулирование по скорости составляет 0,61 %

В ходе анализа было установлено, что наилучшие параметры переходных процессов были получены при использовании регулятора с переключением выхода интегратора на «0» при ограничении, так как при таком ограничении перерегулирование по скорости имеет минимальное значение.

Литература

1. Анучин, А. С. Системы управления электроприводов : учеб. для вузов / А. С. Анучин. – М. : Издат. дом МЭИ, 2015. – 373 с.
2. Texas Instruments. Technical Reference Manual. – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ug/spruhj0b/spruhj0b.pdf>. – Дата доступа: 02.04.2019.
3. Фираго, Б. И. Векторные системы управления электроприводами / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев. – Минск : Выш. шк., 2016. – 168 с.
4. Системы управления электроприводами : пособие по одному. дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / сост.: В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 59 с.

**WEB-СІСТЭМА АПРАЦОЎКІ І АДЛЮСТРАВАННЯ
ГІДРАМЕТЭАРАЛАГІЧНАЙ/ЭКАЛАГІЧНАЙ ІНФАРМАЦЫІ
СТАНЦЫЙ АНMES ПРАЕКТА THEOREMS-DNIPRO**

У. А. Рамнёў, М. М. Быкаў

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт
імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковыя кіраўнікі: Ю. В. Крышнёў, А. У. Сахарук, Л. А. Захаранка

Паводкі – адно з самых маштабных стихійных бедстваў, звязанае з праходжаннем экстрэмальна высокіх поўняў, разводдзяў, гаспадарчай дзейнасцю (антрапагенныя паводкі). Рэжымы паводак на розных рэках маюць свае асаблівасці, якія залежаць галоўным чынам ад геамарфалагічных умоваў іх басейнаў. У ходзе паводак у некаторых выпадках маюць месца чалавечыя ахвяры, парушаюцца камунікацыйныя сувязі, выводзяцца з сельскагаспадарчага абароту землі, прычыняецца ўрон пабудовам [1].

Неабходна адзначыць, што ў іншых краінах існуюць шматлікія трансгранічныя дзяржаўныя і грамадскія арганізацыі, якія маюць справу з забруджваннем вады і сумесным выкарыстаннем трансгранічных водных рэсурсаў, такія, напрыклад, як Міжнародная камісія па абароне ракі Одра ад забруджвання [1].

Праект «THEOREMS-Dnipro» (гідраметэаралагічны і экалагічны маніторынг трансгранічнага ўчастка ракі Дняпро) накіраваны на павышэнне эфектыўнасці сістэмы маніторынгу ракі Дняпро і павышэнне экалагічнай свядомасці і эфектыўнасці комплекснага кіравання трансгранічнымі воднымі рэсурсамі ракі Дняпро ў Чарнігаўскай і Гомельскай абласцях. Унікальнасць праекта заключаецца ў тым, што дзве новыя станцыі комплекснага маніторынгу на тэрыторыі Беларусі (г. Лоеў) і Украіны (г. Любеч) будуць аўтаматызаванымі і энергетычна аўтаномнымі (АНMES – Automated HydroMeteorological/Ecological Station), мець магчымасць аддаленага кіравання. Пашырыцца спіс параметраў даследавання ракі і навакольнага паветра. Таксама будзе створана база даных для захоўвання інфармацыі са станцый, да якой будуць мець доступ арганізацыі, задзейнічаныя ў кантролі і кіраванні воднымі рэсурсамі.

Спіс асноўных мерапрыемстваў праекта:

- Вымярэнне гідраметэаралагічных і экалагічных параметраў.
- Збор і апрацоўка гідраметэаралагічнай і экалагічнай інфармацыі (далей – «вымяральная інфармацыя»), якая паступае ад датчыкаў, якія ўваходзяць у склад станцыі, у адпаведнасці з дзеючымі нормамаі.
- Перадача вымяральнай інфармацыі на сервер праекта «THEOREMS-Dnipro (Трансгранічная сістэма гідраметэаралагічнага і экалагічнага маніторынгу ракі Дняпро)».
- Перадача пры дапамозе бесправадных тэлекамунікацыйных каналаў аператыўнай і архіўнай вымяральнай інфармацыі станцыі для дыспетчарскага кантролю на аддаленых дыспетчарскіх пультах, якія знаходзяцца ў гідраметэаралагічных/экалагічных службах (праз сервер праекта).

Забеспячэнне дыстанцыйнага кіравання рэжымамі работы станцыі (часовыя інтэрвалы і чарговасць апытання датчыкаў, заданне рэжымаў энергаашчаджэння) з боку аддаленых дыспетчарскіх пультаў, якія знаходзяцца ў гідраметэаралагічных/экалагічных службах (праз сервер праекта).

Перадача пры дапамозе бесправадных тэлекамунікацыйных каналаў вымяральнай інфармацыі для аператыўнага інфармавання аб узнікненні або рызыцы ўзнікнення надзвычайных сітуацый у раёне, кантраляваным станцыяй, на аддаленыя дыспетчарскія

пульты, якія знаходзяцца ў службах структур міністэрстваў па надзвычайных сітуацыях Беларусі або Украіны (праз сервер праекта).

Структура базы даных. Для буфера станцыі выбрана рэляцыйная СКБД SQLite, якая распаўсюджваецца свабодна. Чытанне і запіс у базу даных будзе ажыццяўляць толькі адзін кліент – сама станцыя. Аднаплатавы камп'ютар станцыі здымае паказанні з крос-платы збора інфармацыі і кэшэе іх буфер, з якога далей адпраўляюцца даныя спажывцам інфармацыі. Станцыі маюць аўтаномнае сілкаванне, а даныя будуць адпраўляцца бесправадным спосабам, таму пастаяннае падтрыманне стану актыўнага далучэння да сеткі – энергаёмістая аперацыя. Таксама захоўванне ў буферы вымяральных даных дазволіць у выпадку немагчымасці злучэння з сеткай або атрымальнікамі паўтарыць адпраўку пазней і не страціць гісторыю вымярэнняў [2].

У якасці сістэмы кіравання базай даных для сервера праекта і вэб-сервера абрана рэляцыйная СКБД MySQL, якая распаўсюджваецца свабодна. Да сервера з базай даных адначасова можа быць падключана некалькі кліентаў (як станцыі, так і карыстальнікі), таму важная арганізацыя асінхроннага доступу да дадзеных з забеспячэннем іх цэласнасці, што і дазваляе ажыццяўляць СКБД MySQL.

База даных сервера змяшчае наступныя табліцы:

- табліца для захоўвання інфармацыі аб саміх станцыях (унікальны ідэнтыфікатар станцыі, статус станцыі, каардынаты месцавання на карце, знакавае імя станцыі);
- табліцы для захоўвання вымяральной інфармацыі (свая табліца для кожнага вымеранага параметра). Да кожнага вымярэння супастаўленыя: ідэнтыфікатар станцыі, з якой было прынята вымярэнне; час вымярэння; вымеранае значэнне;
- табліца захоўвання розных параметраў (унікальнае імя і значэнне параметру), неабходных для канфігурацыі сервера.

У якасці сістэмы кіравання сайтам (CMS) выкарыстаны WordPress. Яго выбар абгрунтаваны тым, што гэта бясплатнае праграмнае забеспячэнне, з адкрытым зыходным кодам, якое рэгулярна абнаўляецца і падтрымліваецца распрацоўшчыкамі. Яна напісана на PHP. Таксама выкарыстоўваўся сервер базы даных MySQL [2].

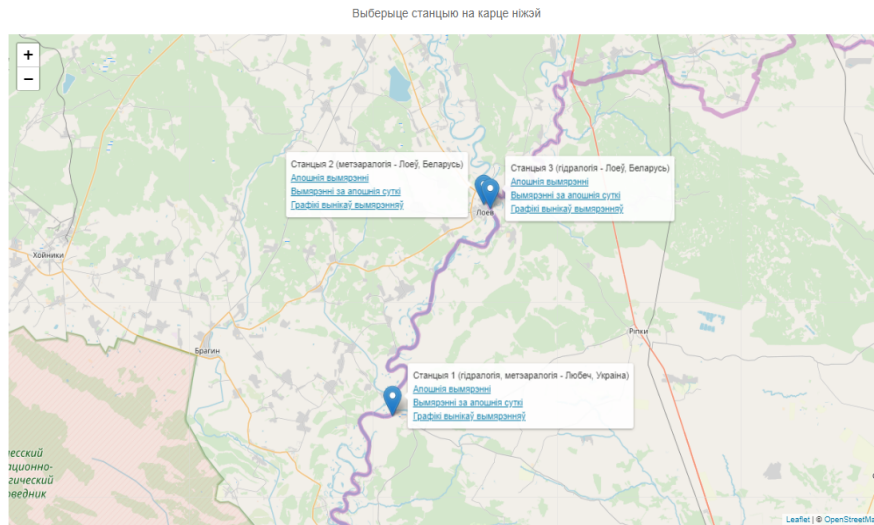
Інфармацыя аб вымярэннях будзе паступаць на сайт з дапамогай API (Application Programming Interface). API – гэта інтэрфейс, які дазваляе ўзаемадзейнічаць з БД праз каманды, якія вызначаны загадзя.

Даныя ад станцыі, падпісаныя сакрэтным ключом, будуць перадавацца да прыватнага API. Подпіс дазваляе правесці сапраўднасць атрыманых даных. З дапамогай публічнага API даныя змогуць атрымлівацца іншымі арганізацыямі (напрыклад, Белгідрамет, упраўленні і раённыя аддзелы МНС), а таксама выводзіцца на сайт.

Іншыя агульнадаступныя API часцей за ўсё аддаюць даныя ў адным з двух фарматаў: XML або JSON. У распрацоўцы выкарыстаны фармат JSON. За кошт свай лаканічнасці ў параўнанні з XML фармат JSON можа быць больш прыдатным для серыялізацыі складаных структур. Калі казаць пра вэб-праграмы, у такім ключы ён дарэчны ў задачах абмену данымі, як паміж браўзэрам і серверам, так і паміж самімі серверамі (праграмныя HTTP-спалучэнні).

Сайт забяспечвае:

- адлюстраванне навін;
- вывад актуальнай інфармацыі, атрыманай са станцыяй AHMES;
- захоўванне інфармацыйных карт з месцаваннем станцыяў AHMES (мал. 1);
- магчымасць прагляду гісторыі вымярэнняў у вызначаныя прамежкі часу (мал. 2, а);
- адлюстраванне графікаў. Для адлюстравання графікаў на сайце выкарыстоўваецца бібліятэка Chart.JS (мал. 2, б).



Мал. 1. Інформаційна карта на сайце

[Карта](#) | [Апошнія вымярэнні](#) | [Вымярэнні за апошнія суткі](#) | [Графікі вынікаў вымярэнняў](#)

Вымярэнні за апошнія суткі, Станцыя 2 (метэаралогія - Лоеў, Беларусь)

Выберыце дату: 20.06.2019 [Атрымаць даныя](#)

Метэаралагічныя параметры, асярэдненыя за 10-хвілінны інтэрвал

| 2019-06-20 | 00:00 | 03:00 | 06:00 | 09:00 | 12:00 | 15:00 | 18:00 | 21:00 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Тэмпература паветра | - | - | - | - | 32.2 | - | 29.9 | - |
| Вільготнасць паветра | - | - | - | - | 28.5 | - | 35.8 | - |
| Хуткасць ветру | - | - | - | - | 0.3 | - | 1.1 | - |
| Напрамак ветру | - | - | - | - | 0 | - | 992 | - |
| Інтэнсіўнасць ападкаў | - | - | - | - | 340 | - | 340 | - |
| Тып ападкаў | - | - | - | - | 340 | - | 340 | - |
| Атмасферны ціск | - | - | - | - | 999.2 | - | 999.6 | - |

Гідралагічныя і экалагічныя параметры, асярэдненыя за 10-хвілінны інтэрвал

а)



б)

Мал. 2. Адлюстраванне вымяральной інфармацыі на сайце

Высновы:

1. Створаны інтэрфейс (API) для прыему даных ад станцый праз пратакол HTTP(s). Выкарыстаны фармат уводу-вываду даных JSON. Даныя перадаюцца з унікальным подпісам, для правэркі іх сапраўднасці.

2. Сайт працуе на аснове CMS WordPress, пры гэтым для прадстаўлення вымяральной інфармацыі ў рэальным маштабе часу зроблены асобны праграмны дадатак, інтэграваны ў асноўную частку сайта.

3. Даныя з метэаралагічнага і гідралагічнага вузлаў апрацоўваюцца на мікракантролерах і аднаплатавых камп'ютарах і адпраўляюцца на цэнтральны сервер пры дапамозе GSM-модулей. Абодва модулі сілкуюцца ад сонечных батарэй, з дапамогай акумулятараў і кантролераў зараду.



The project is co-funded
by the European Union

Літаратура

1. Паводкі ў Беларусі // БелТА. – 2018. – Рэжым доступу: <https://www.belta.by/all-rubric-news/viewSuzet/pavodki-v-belarusi-341>. – Дата доступу: 14.04.2019.
2. Макдональд, М. Вэб-распрацоўка. Вычарпальнае кіраўніцтва / М. Макдональд. – СПб. : Пітэр, 2017.
3. Learning PHP, MySQL, & JavaScript 4th Edition (Robin Nixon), 2016.
4. Бейлі, Л. Вывучаем PHP і MySQL / Л. Бейлі, М. Морысан. – 2016.
5. Патрабаванні да тэставага сэрверу. – Рэжым доступу: <https://drive.google.com/drive/folders/1ezeArXIZQ9fTW3d1ljxvzvp0ho1AHi-5F>, Гомель; 2018. – 1 с.
6. Зводная табліца тэхнічных параметраў THEOREMS-Dnipro. – Рэжым доступу: <https://docs.google.com/document/d/1OnHIOtONWKnJvNLAfEm9mRlryeBEVrJm-15Je5UStL0/edit>. – 2018. – 3 с.
7. Working with Web APIs, Launch School, 2018.
8. Кузнецов, М. В. MySQL 5. Наиболее полное руководство / М. В. Кузнецов, И. В. Симдянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010.

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПРОДАЖ
ДЛЯ СЕТИ COFFEESHINE**

М. С. Русаков

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. В. Сахарук

Информационная система – это совокупность взаимосвязанных элементов, представляющих собой информационные, кадровые и материальные ресурсы, процессы, которые обеспечивают сбор, обработку, преобразование, хранение и передачу информации в организации. Информационная система управления представляет собой коммуникационную систему по сбору, передаче, переработке информации об объекте, снабжающую работников различного ранга для реализации функции управления.

Применение информационных систем существенно снижает трудоемкость ведения учета за счет повторного использования общих массивов информации. При этом в магазине ведется сквозной управленческий и регламентированный (бухгалтерский и налоговый) учет. Автоматизация торговли состоит из использования специализированного программного продукта, который может полностью автоматизировать систему бухгалтерского и налогового учета, целью которой является одна из важнейших функций обеспечения деятельности организации – своевременное предоставление бухгалтерской и налоговой отчетности внутренним и внешним пользователям: акционерам, инвесторам, кредиторам, партнерам, заказчикам, государству. Так как существующие системы автоматизации бухгалтерского и оперативного учета не обладают достаточным функционалом для визуализации данных, необходимых руководителю для принятия управленческих решений, на предприятиях торговли для эффективного управления ресурсами необходимо вести и управленческий учет. Для целей управленческого учета используется большой объем первичных данных, вследствие чего отсутствие автоматизированной системы приводит к неимоверно большим и зачастую неоправданным затратам на обработку такого количества первичных данных. При этом сроки обработки настолько велики, что просто обесценивают полученную информацию для целей принятия управленческих решений.

Информационная система учета продаж разрабатывается для сети CoffeeShine. Данная организация имеет несколько точек продаж. Следовательно, основой информационной системы легла архитектура *клиент–сервер* (рис. 1).

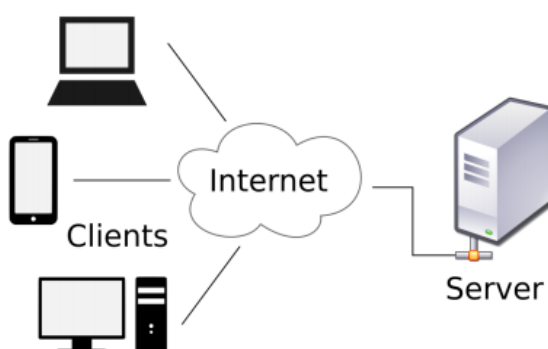


Рис. 1. Архитектура клиент–сервер

Модель взаимодействия *клиент–сервер* позволяет разделять функционал и вычислительную нагрузку между клиентскими приложениями и сервером. В данной концепции *клиент–сервер* участвуют две стороны: клиент и сервер. Здесь все как в жизни: клиент – это заказчик той или иной услуги, а сервер – поставщик услуг. Клиент и сервер физически представляют собой программы, например, типичным клиентом является браузер. В качестве сервера можно привести следующие примеры: все HTTP сервера (в частности Apache), MySQL сервер, локальный веб-сервер AMPPS или готовая сборка Denwer (последних два примера – это не просто серверы, а целый набор серверов) [1].

Модель сервера удаленного доступа к данным. В этой модели серверная часть осуществляет только хранение данных, а всю прикладную логику реализует клиентская часть. При этом клиент будет передавать серверу запросы на получение данных, а сервер возвращать клиенту те или иные выборки.

Модель сервера базы данных. В ней часть прикладной логики реализуется на сервере при помощи специального языка программирования, а часть – на клиенте. Это стало возможным благодаря росту производительности серверов современных СУБД. По сравнению с вариантом сервера удаленного доступа к данным в таком случае несколько уменьшается нагрузка на клиентскую часть, интенсивность сетевого обмена данными, а также в ряде случаев упрощается структура приложения.

Модель сервера приложений. В данном случае клиент выполняет только операции визуализации и ввода данных, а всю прикладную логику реализует сервер. Обмен между клиентом и сервером в таких системах осуществляется на уровне команд вывода данных на экран и результатов пользовательского ввода. Наиболее ярким примером данной архитектуры является хорошо известный веб-браузер.

Архитектуру сервера приложений часто называют так называемым «тонким» клиентом, в отличие от традиционного «толстого» клиента, реализуемого в архитектуре сервера баз данных. «Тонкий» клиент является вариантом, который может быть использован, когда ресурсов, доступных на рабочих местах пользователей, недостаточно для исполнения логики приложения. Кроме того, эта технология позволяет сократить расходы на эксплуатацию клиентских компонент системы за счет их сильного упрощения [2].

С учетом вышеизложенных данных была разработана структура для информационной системы учета продаж для сети CoffeeShine (рис. 2).

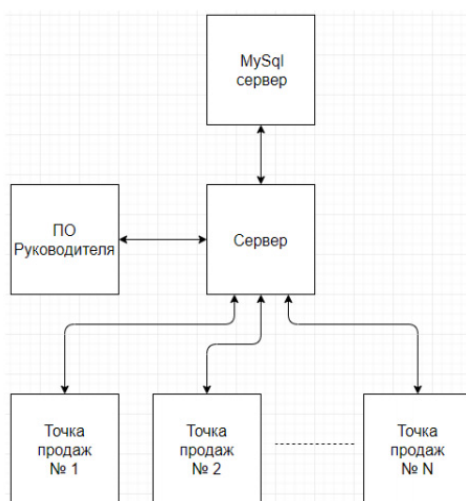


Рис. 2. Структурная схема информационной системы учета продаж для сети CoffeeShine

С точки зрения количества составных частей клиент-серверная система информационной системы учета продаж для сети CoffeeShine – это переходная от двух-слойной к трехслойной архитектура (2,5 слоя). Использование хранимых процедур и вычисление данных на стороне сервера сокращают трафик, увеличивают безопасность.

Для структурной схемы информационной системы учета продаж для сети CoffeeShine определены следующие блоки:

Сторона клиента:

- программное обеспечение руководителя (ОС Windows, Linux);
- программное обеспечение для точек продаж (ОС Windows, Linux, Android).

Программное обеспечение руководителя. Данное ПО позволяет руководителю редактировать базу данных, выводить статистические данные по выручке, по проданным категориям напитков.

Программное обеспечение для точек продаж. Данное ПО упрощает работу баристы данного заведения общепита. Мобильный клиент установлен на каждой точке продаж. Предоставляет собой интерфейс для формирования чеков из проданных позиций. Данное приложение разработано для мобильных устройств.

Сторона сервера:

- программное обеспечение сервера (ОС Linux);
- mySql сервер.

Л и т е р а т у р а

1. О модели взаимодействия клиент-сервер простыми словами. Архитектура «клиент-сервер» с примерами / IT-блог ZаметkiNaPolyah.ru. – Режим доступа: <https://zametkinapolyah.ru/servera-i-protokoly/o-modeli-vzaimodejstviya-klient-server-prostyimi-slovami-arxitektura-klient-server-s-primerami.html>. – Дата доступа: 28.05.2019.
2. Архитектура клиент-сервер: определение, предпосылки для применения, плюсы и минусы / Портал магистров Донецкого национального технического университета. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2008/fvti/reznichenko/library/article03.htm>. – Дата доступа: 28.05.2019.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ FLASH-ПАМЯТИ

М. Н. Самовендюк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. П. Кудин

В настоящее время в качестве энергонезависимой памяти в большинстве цифровых устройств применяется flash-память. Благодаря высокой степени интеграции компонентов на кристалле, обеспечивающей большой объем для хранения данных, низкой стоимости, механической прочности и высокой скорости работы, а также низкому энергопотреблению, flash-память широко используется в цифровых портативных устройствах, таких как как мобильные телефоны, карманные компьютеры, цифровые камеры, и носителях информации.

Структура ячейки flash-памяти содержит полевой МОП-транзистор с двумя изолированными затворами: управляющим и плавающим (рис. 1).

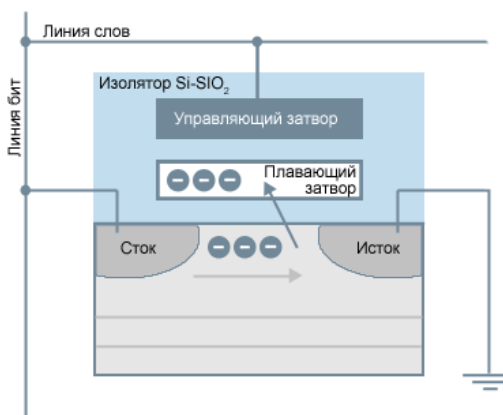


Рис. 1. Ячейка flash-памяти на основе МОП-транзистора

Особенность такого транзистора в том, что он умеет удерживать электроны (заряд). Плавающий затвор полностью окружен изолятором и представляет собой своеобразную «ловушку» для электронов, помещенных на него, и обеспечивает длительное хранение заряда. Определенный диапазон количества электронов (заряда) на плавающем затворе соответствует логической единице, а все, что больше его, – нулю. Транзистор работает в двух режимах: программирование (установка порогового значения количества электронов) и стирания. В режиме программирования на управляющий затвор подается положительное напряжение. Между стоком и истоком вследствие воздействия положительного поля создается канал – поток электронов. Некоторые из электронов, благодаря наличию большей энергии, преодолевают слой изолятора и попадают на плавающий затвор. В режиме стирания на управляющий затвор подается высокое отрицательное напряжение, и электроны с плавающего затвора переходят (эффект туннелирования) на исток.

На основе такого транзистора были разработаны два основных типа flash-памяти: NOR и NAND (рис. 2). Разница между NOR и NAND состоит в компоновке элементов внутри микросхемы. Структура NOR состоит из параллельно включенных элементарных ячеек хранения информации. Такая организация ячеек обеспечивает возможность произвольного доступа к данным и побайтной записи информации. В основе структуры NAND лежит принцип последовательного соединения элементарных ячеек, образующих группы (в одной группе 16 ячеек), которые объединяются в страницы, а страницы – в блоки. При таком построении массива памяти обращение к отдельным ячейкам невозможно. Программирование выполняется одновременно только в пределах одной страницы, а при стирании обращение производится к блокам или к группам блоков. Стандартной процедурой записи данных является постраничная запись. Таким образом, NOR использует классическую матрицу строк и столбцов, в пересечении которых находятся ячейки, NAND – трехмерный массив.

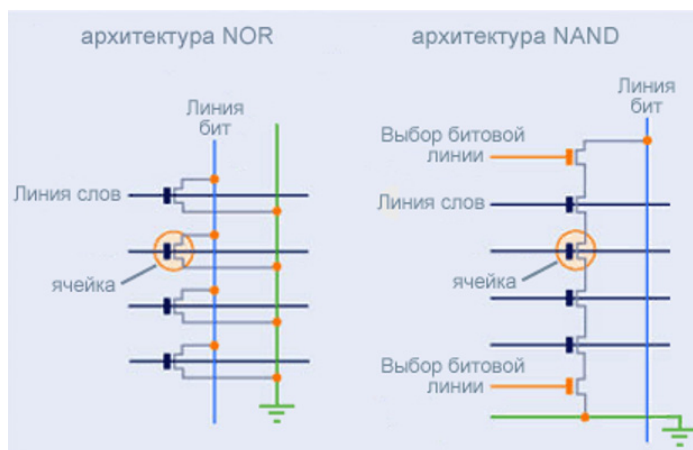


Рис. 2. Организация flash-памяти

Технология NAND позволяет значительно увеличить площадь компоновки элементов, уменьшая размеры кристалла и стоимость за бит информации, однако это приводит к дополнительным затратам на организацию доступа к ячейкам памяти. Соответственно уменьшается и скорость доступа. Так на данный момент скорость чтения для микросхем NOR составляет десятки наносекунд, а для NAND – десятки микросекунд.

На основе NOR и NAND технологий разработаны гибридные версии, такие как DINOR и SuperAND. Архитектура DINOR (разделенная битовая строка NOR), предложенная компанией Mitsubishi, использует подбитовые линии из поликремния, что снижает рассеиваемую мощность и увеличивает скорость передачи данных. Архитектура SuperAND от компании Hitachi сочетает программируемые одноэлементные flash-ячейки с управлением памятью, устраняя необходимость во внешнем коде исправления ошибок и других алгоритмах управления памятью.

Во всех типах flash-памяти производители используют два типа ячеек памяти MLC и SLC. Микросхемы, в которых одна ячейка хранит один бит информации, стали называть SLC (Single-Level Cell), а их альтернативу, в которой каждая ячейка сохраняет несколько бит информации, Multi-Level Cell или MLC. Технология MLC основана на том, что flash-ячейка является аналоговым запоминающим устройством, а не цифровым. Она хранит заряд, а не биты. Поэтому, используя контролируемый метод программирования, на плавающий затвор можно поместить точное количество заряда. Если устанавливать заряд в одно из четырех состояний, то можно запрограммировать два бита данных на одной ячейке. Каждое из четырех состояний соответствует одному из двухбитных наборов: 11, 10, 01, 00. Различают разновидности многоуровневой ячейки, которые могут контролировать 8 уровней заряда (3 бита информации) – TLC (Triple-Level Cell) или 3bit MLC (MLC-3) или 16 уровней на ячейку (4 бита) – 16LC или QLC (Quad-Level Cell). Например, компания Samsung Electronics в августе 2018 г. начала массовое производство SSD накопителей на основе памяти QLC V-NAND.

В последнее десятилетие flash-память – на основе плоских однослойных структур с ячейками с плавающим затвором. Но после освоения процесса производства с топологическим размером ниже 20 нм возникла необходимость в новых технологических решениях. При таком техпроцессе ячейки flash-памяти настолько малы, что заряд, обеспечивающий хранение информации, начинает перетекать из одной ячейки в другую, что, естественно, приводит к снижению надежности NAND-памяти.

Технология 3D NAND предусматривает компоновку кристаллов flash-памяти по вертикали: это позволяет получить трехмерную структуру микрочипа и в разы повысить количество хранимой информации на единицу площади. При этом надежность хранения данных по сравнению с обычными изделиями возрастает в 2–10 раз.

Трехмерная ячейка 3D NAND представляет собой цилиндр, внешний слой которого является управляющим затвором, а внутренний – изолятором. Между внешним и внутренними слоями находится слой, хранящий биты информации. Ячейки располагаются друг над другом и формируют стек. Количество ячеек в стеке эквивалентно количеству слоев flash-памяти (рис. 3).

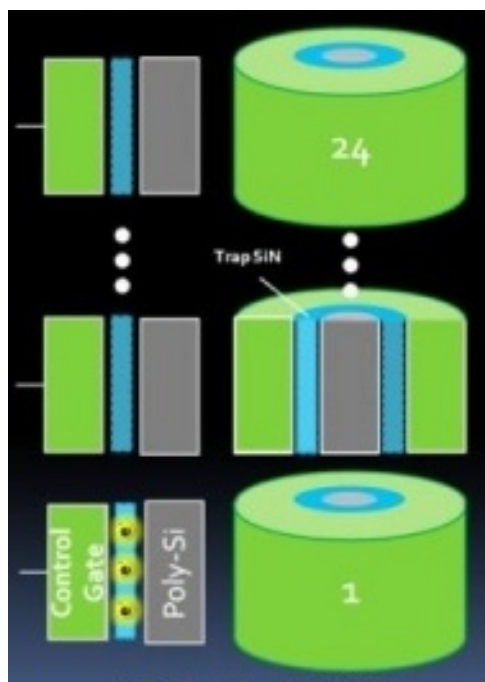


Рис. 3. Структура ячейки памяти 3D NAND

Использование трехмерной структуры позволило существенно увеличить емкость кристалла. Появилась возможность вернуться к старым отточенным техпроцессам, снизив взаимовлияние соседних ячеек друг на друга и риск перетекания заряда из одной ячейки в другую. Кроме этого 3D NAND память обладает более высокой скоростью работы благодаря упрощению алгоритма записи в ячейку. В случае с планарной памятью из-за возможных помех между соседними ячейками требовался дополнительный анализ перед записью.

Первой такую память сделала компания Samsung, назвав ее V-NAND (V от *vertical* – вертикальная). Первое поколение имело 24 слоя, второе – 32, третье – 48, а в последнем, четвертом, поколении используются уже 64 слоев.

В середине 2018 г. компания Samsung выпустила пресс-релиз, в котором сообщила о запуске в массовое производство 256-Гбит чипов 3D NAND TLC (в терминологии Samsung – V-NAND) пятого поколения, в котором используется 96 слоев.

Несмотря на доминирование многоуровневой памяти на рынке, SLC-изделия, хоть и имеют многократно меньшую емкость, продолжают разрабатываться и выпускаться для особо ответственных применений.

Литература

1. Yuan Xie. Emerging Memory Technologies: design, architecture, and applications. // Springer New York, 2014.
2. Rino Micheloni. 3D Flash Memories. // Springer New York, 2016.
3. Paolo Pavan. Flash Memory Cells – An Overview / Paolo Pavan, Roberto Bez, Piero Olivo, Enrico Zanoni. – Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/49f3/9786b87d4dbf088ae202f2bdad46668387e3.pdf>. – Дата доступа: 25.03.2019.

СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ SPARTAN-3E STARTERKIT

В. И. Соболев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. В. Крышнев

В настоящее время в различных областях науки и техники широко применяются цифровые методы обработки информации. Задачи самые разнообразные и требуют определенного уровня производительности микроэлектронной элементной базы.

Разработка цифровых устройств, обладающих высоким быстродействием и сложностью, невозможна без применения специализированных систем автоматизированного проектирования и систем моделирования. Комплексным требованиям к готовому изделию, таким как низкая стоимость, быстродействие, малое время разработки и модернизации, в настоящее время соответствуют технология проектирования устройств на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [3].

Программируемая логическая интегральная схема – электронный компонент (интегральная микросхема), используемый для создания конфигурируемых цифровых электронных схем. Логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования), в отличие от обычных цифровых микросхем.

Отладочная плата Spartan-3E StarterKit содержит следующие компоненты (рис. 1): ПЛИС XC3S500ESpartan-3EFGPA; ПЛИС XC2C64ACoolRunnerCPLD; память PlatformFlashPROM объемом 4 Мбит; память DDRSDRAM объемом 64 Мбайт; память NORFlash объемом 64 Мбайт; память SPIserialFlash объемом 16 Мбит; память EEPROM; двухстрочный жидкокристаллический индикатор; порт PS/2; порт VGA; интерфейс Ethernet; два порта RS-232; порт USB; кварцевый резонатор частотой 50 МГц; дополнительный разъем FX2 фирмы Hirose; три дополнительных шестипиновых разъема фирмы Digilent; четырехканальный ЦАП; двухканальный АЦП с программируемым предусилителем; вращающаяся нажимающаяся кнопка; восемь светодиодов; четыре кнопки; четыре переключателя; разъем для подключения внешнего генератора; восьмипиновый сокет для дополнительного генератора [6].

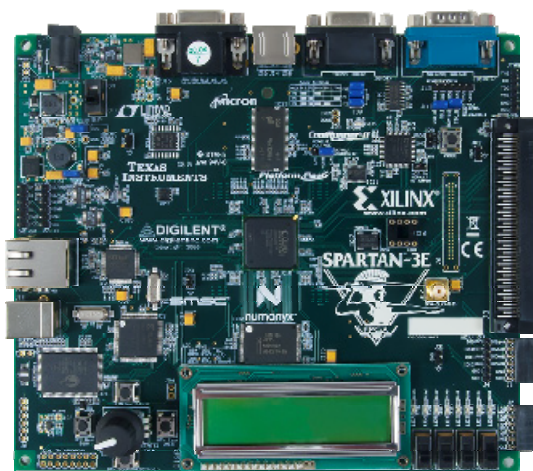


Рис. 1. Внешний вид отладочной платы Xilinx Spartan.3- E StarterKit (вид сверху)

Основу архитектуры кристаллов Spartan-3E XC3S500E составляет регулярная матрица конфигурируемых логических блоков, окруженных программируемыми блоками ввода/вывода (рис. 2). Кроме того, в нее входят блоки аппаратных умножителей, цифровые блоки управления синхронизацией и блоки выделенной памяти. Коммутация всех перечисленных выше архитектурных элементов осуществляется с помощью программируемых трассировочных ресурсов, которые имеют иерархическую структуру [2].

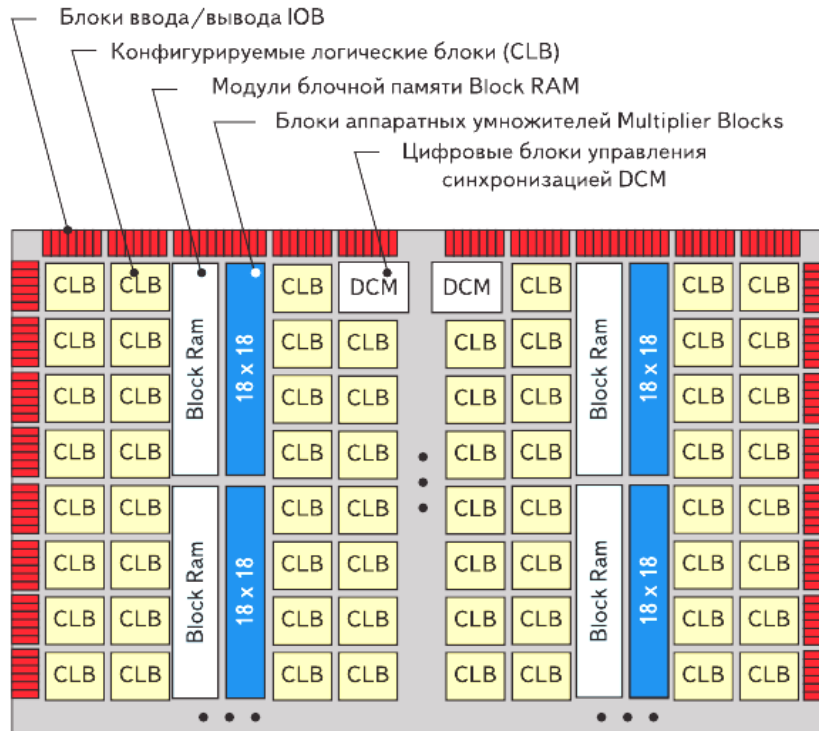


Рис. 2. Структурное представление обобщенной архитектуры ПЛИС семейства Spartan-3E

Увеличение количества логических ячеек, появление встроенной памяти и встроенных умножителей, уменьшение удельной стоимости логических ячеек и снижение энергопотребления предоставляют большие возможности для использования ПЛИС в области цифровой обработки.

Системы цифровой обработки сигналов непосредственно оперируют с последовательностями цифровых кодов, которые называют цифровыми сигналами. Цифровой сигнал в радиоэлектронных системах образовывается в результате аналого-цифрового преобразования.

Узел АЦП включает в себя входной разъем J7, двухканальный предварительный усилитель и собственно двухканальный АЦП. Предварительный усилитель и АЦП последовательно программируются и контролируются ПЛИС. Структурная схема этого узла и его сопряжения с основной ПЛИС инструментального модуля Xilinx Spartan-3E Starter Board показана на рис. 3 [6].

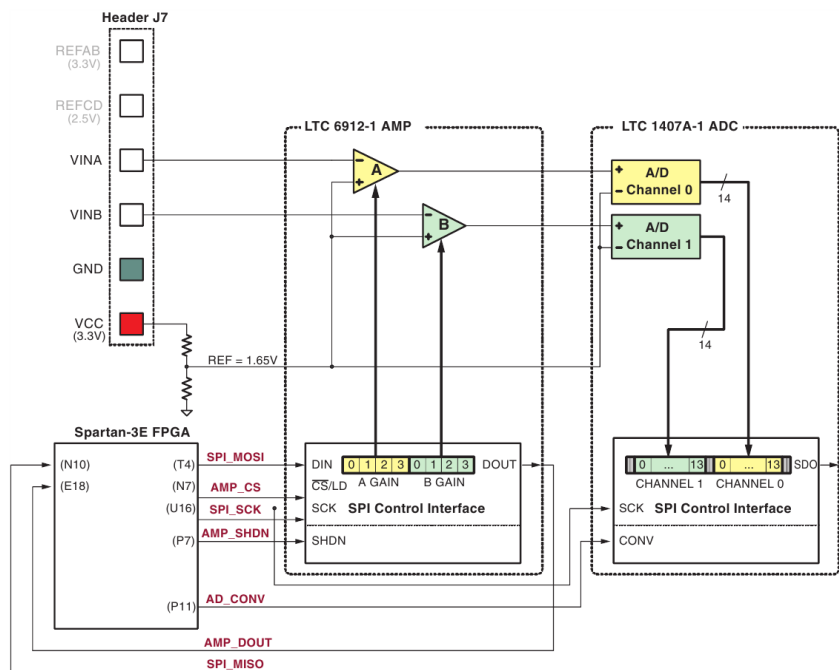


Рис. 3. Структурная схема узла АЦП и его сопряжения с основной ПЛИС XC3S500E инструментального модуля Xilinx Spartan-3E Starter Board

Аналоговые сигналы подаются на контакты VINA и VINB входного разъема, с которого поступают на входы соответствующих каналов предварительного усилителя, выполненного на основе ИС LTC6912-1 фирмы Linear Technology. Данный усилитель выполняет функцию масштабирования входных сигналов. Регулировка коэффициента усиления осуществляется с помощью интерфейса SPI.

АЦП реализован на базе ИС LTC1407A-1. Каждый АЦП данной микросхемы выполняет преобразование аналоговых сигналов в 14-разрядный двоичный код. Результат преобразования транслируется в ПЛИС XC3S500E через последовательный интерфейс SPI.

ПЛИС обеспечивает однократное исполнение всех операций при цифровой фильтрации, используя параллельный расчет. Этому способствует наличие большого числа блоков, выполняющих умножение с накоплением. Специальный вентиль, располагающийся в каждой таблице преобразования, существенно повышает производительность ПЛИС. Алгоритмы САПР автоматически используют эти ресурсы при реализации блоков умножения. Для эффективного использования этого преимущества ПЛИС следует ориентироваться на алгоритмы и методы, подразумевающие распараллеливание операций – фильтры высоких порядков, быстрое преобразование Фурье, вейвлет-анализ и др.

В системах с аналоговым выходом цифровая форма выходного сигнала преобразуется в аналоговую с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

В состав узла ЦАП входит ИС LTC2624 и выходной разъем J5. Микросхема LTC2624 содержит четыре ЦАП с 12-разрядным разрешением. Коммутация цифровых сигналов, формируемых в ПЛИС, на входы ЦАП осуществляется с помощью интерфейса SPI. Сформированные аналоговые сигналы, уровень которых соответствует значениям входного 12-разрядного двоичного кода без знака, поступают на контакты A-D выходного разъема. Рис. 4 демонстрирует структурную схему узла ЦАП и его сопря-

жение с основной ПЛИС (XC3S500E) инструментального модуля Xilinx Spartan-3E Starter Board [6].

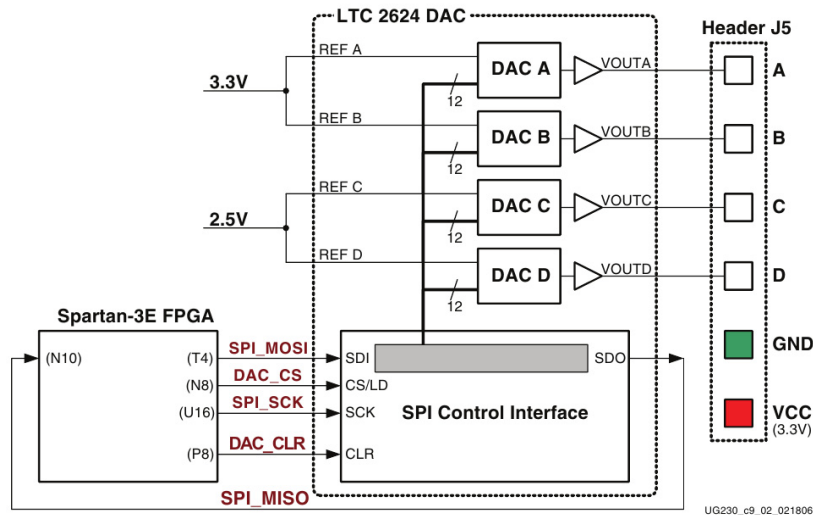


Рис. 4. Структурная схема узла ЦАП и его сопряжения с основной ПЛИС XC3S500E инструментального модуля Xilinx Spartan-3E Starter Board

Программным обеспечением для проектирования систем на базе ПЛИС является пакет средств разработки ISE Design Suite, представляющий собой систему, реализующую все этапы создания цифрового устройства на базе ПЛИС, включая разработку проекта, синтез, моделирование, трассировку и загрузку в кристалл.

Для программирования используются программатор и отладочная среда, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры: Verilog, VHDL, AHDL и др.

Основными преимуществами разработки систем обработки информации на основе отладочной платы Spartan-3E StarterKit являются возможность значительного повышения быстродействия за счет аппаратной реализации или распараллеливания ресурсоемких операций; реализация на том же кристалле дополнительных быстродействующих устройств, отличительной чертой которых является аппаратное ускорение вычислений в алгоритмах высокопроизводительной обработки информации; возможность подключения большого числа периферийных устройств (в ПЛИС XC3S500E имеется 232 доступных пользовательских контактов ввода/вывода).

С появлением ПЛИС проектирование цифровых микросхем перестало быть уделом исключительно крупных предприятий с объемами выпуска в десятки и сотни тысяч кристаллов. Проектирование и выпуск небольшой партии уникальных цифровых устройств стали возможны в условиях учебных лабораторий, исследовательских и проектно-конструкторских подразделений промышленных предприятий.

Литература

1. Айфичер, Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. – 2-е изд. – М. : Издат. дом «Вильямс», 2004. – 992 с.
2. Зотов, В. Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx в САПР WebPack ISE / В. Ю. Зотов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2003. – 624 с.

3. Попов, А. Ю. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС / А. Ю. Попов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 80 с.
4. Spartan-3E FPGA Family: Complete Data Sheet.
5. Spartan-3E FPGA Starter Kit: Board User Guide.

СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ КАМЕРЫ

Е. Г. Старовойтов, В. П. Караханов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. С. Захаренко

Спецификация технологии Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE) выпущена в декабре 2009 г. [1]. Как следует из названия, достоинством является сверхмалое пиковое энергопотребление и энергопотребление в режиме «сна». Устройство, основанное на данной технологии, может работать более года на одной батарее. Также следует отметить небольшой размер данного устройства. Такое сочетание особенностей определяет сферу применения. Одной из них является создание системы информирования пользователей в зависимости от их местонахождения [2].

Целью же нашей работы является отслеживание перемещения объекта по сигналам от BLE-маяков и наведения камеры на объект. Поскольку маяки выполняют передачу сигнала 1–10 раз в секунду, то подобная система будет ограничена отслеживанием достаточно медленно перемещающихся объектов.

Схема концепции системы представлена на рис. 1.

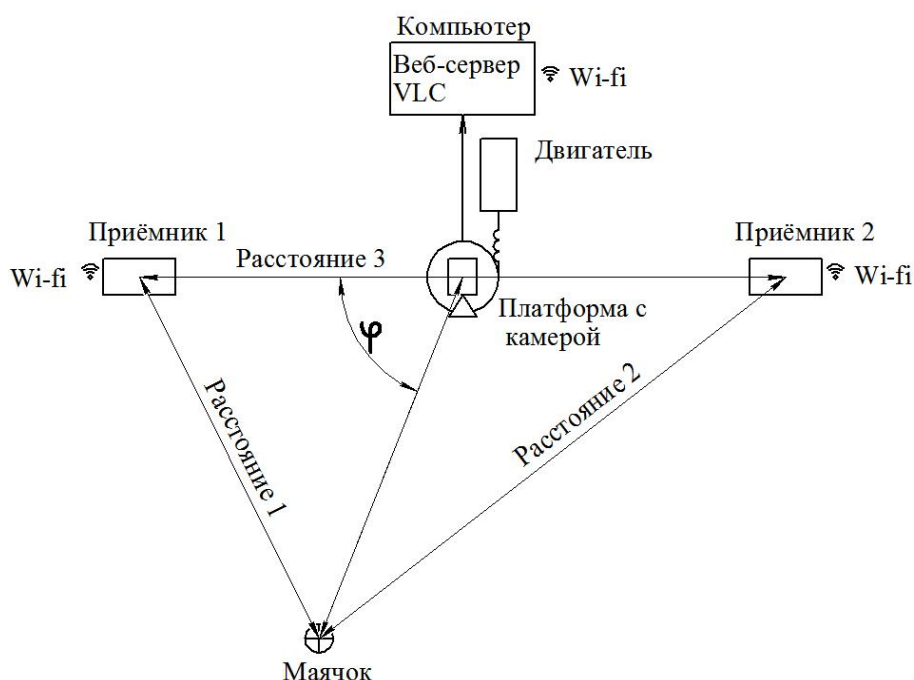


Рис. 1. Схема системы наведения видеокмеры

Два приемника используются, поскольку в данный момент рассматривается наведение только внутри помещения, соответственно, расположив приемники сигнала вдоль одной из стен, исключаем из рассмотрения полуплоскость за стеной.

Для реализации проекта выбраны:

- Передатчик – Bluetooth маячок – iBeacon – это протокол передачи Bluetooth-сигнала между локационным маячком и любым устройством (смартфоном, планшетом), которое совместимо с Bluetooth LE. Маячок имеет беспроводную связь и 99 % времени проводит в спящем режиме, из-за чего имеет очень низкое энергопотребление.

- Приемники – микроконтроллер ESP32 – серия недорогих микроконтроллеров с низким энергопотреблением. Они представляют собой систему на кристалле с интегрированным Wi-Fi и Bluetooth контроллерами и антеннами.

В ESP32 уже интегрирована антенна и RF balun, усилитель мощности, маломощные усилители, фильтры и модуль управления питанием. Эта плата используется с 2,4 ГГц двухрежимными Wi-Fi и ЧИПАМИ Bluetooth по технологии TSMC 40nm низкой мощности.

В ESP32 имеется беспроводная связь, ИК дистанционное управление (передатчик / приемник, до 8 каналов), возможность подключения двигателей и светодиодов через ШИМ выход.

Управление питанием: линейный регулятор с низким уровнем падения напряжения, индивидуальное питание для RTC, потребление 5 мкА в режиме «глубокий сон», пробуждение по прерыванию от GPIO, таймера, измерения АЦП, прерывания емкостного сенсорного датчика.

Языки программирования ESP32:

- Arduino IDE;
- Espressif IoT Development Framework;
- Espruino и т. д.

- Камера – Kebabumei Mini USB веб-камера.

- Исполнительный орган – электродвигатель шаговый 28BYJ-48-5V / HR0228 / 5В – это бесколлекторный двигатель, вращение вала осуществляется шагами (дискретное перемещение). На роторе (валу) расположен магнит, а вокруг него расположены катушки; если поочередно подавать ток на эти катушки, создается магнитное поле, которое отталкивает или притягивает магнитный вал, тем самым заставляя двигатель вращаться. Такая конструкция позволяет с большой точностью управлять валом относительно катушек.

Технические параметры 28BYJ-48:

- тип шагового двигателя: униполярный;
- напряжение питания: 5 В, DC;
- количество фазы: 4;
- частота: 100 Гц;
- сопротивление постоянного тока: $50\Omega \pm 7\%$ (25 °C).

Драйвер к двигателю – модуль шагового двигателя ULN2003 – позволяющий управлять нагрузкой до 500 мА (один ключ). Данный модуль может работать с 5В и 12В двигателем 28BYJ-48.

Литература

1. Bluetooth с низким энергопотреблением. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_с_низким_энергопотреблением. – Дата доступа: 01.04.2019.
2. iBeacon. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/278689/>. – Дата доступа: 01.04.2019.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АЛГОРИТМОВ ПРОГРАММЫ ПЛК ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Н. В. Степанцов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Е. А. Храбров, Ю. В. Крышнев

Плоскошлифовальные станки, длительное время находившиеся в эксплуатации, сохраняют свою ценность для предприятия. Производственные процессы, как правило, требуют повышения производительности, а средств на приобретение нового оборудования недостаточно. Одной из альтернатив покупки новой техники является модернизация старой.

Плоскошлифовальный станок 3Д711ВФ11 предназначен для высокоточной обработки плоских поверхностей различных изделий, при применении дополнительных приспособлений возможна обработка и фасонных поверхностей [1].

Однако существующая модель перестала отвечать как своим начальным характеристикам, так и предъявляемым к ней в настоящее время требованиям.

В настоящее время оригинальная система управления не обеспечивает необходимый уровень надежности работы станка, что приводит к простоям в работе и длительным ремонтам. Также в результате длительной эксплуатации механика станка изношена, что приводит к ошибкам при обработке детали, так как изношенная механика не обеспечивает заданный уровень точности.

В работе рассматривается модернизация системы управления для повышения точности и надежности работы станка. Целью работы является замена релейно-контакторной системы управления плоскошлифовального станка 3Д711ВФ11 на систему управления с помощью программируемого логического контроллера (ПЛК).

Для выполнения поставленной цели на основе старой системы релейно-контакторной системы управления плоскошлифовальным станком 3Д711ВФ11 разработана таблица входов и выходов системы управления.

Входы в количестве 51 получают сигналы от переключателей и выключателей системы управления, а выходы в количестве 21 обеспечивают включение или выключение исполнительных механизмов – электромагнитных пускателей и муфт.

В качестве системы управления использован ПЛК серии DVP производства Delta Electronics типа DVP60ES00T2, имеющий 36 входов и 24 выхода. Для увеличения количества входных и выходных линий связи использованы модули расширения [5].

Внешний вид ПЛК типа DVP60ES00T2 показан на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид ПЛК типа DVP60ES00T2 производства Delta Electronics

Результатом работы является электрическая принципиальная схема и алгоритм работы ПЛК системы управления плоскошлифовальным станком.

Алгоритм управления ПЛК разработан на основе циклограммы работы плоскошлифовального станка 3Д711ВФ11. Алгоритм работы реализован с помощью среды программирования WPLSoft [2].

В станке предусмотрено передвижение рабочих инструментов и стола с обрабатываемой деталью и с помощью электропривода под управлением платы привода поперечной подачи. В существующей системе управления изменение скорости электродвигателей привода поперечной подачи не предусмотрено [3].

Для повышения точности при чистовой обработке детали в разработанной схеме управления выполнена замена платы привода поперечной подачи на схему управления с помощью частотного преобразователя.

В качестве частотного преобразователя (ЧП) использован программируемый преобразователь частоты производства Danfoss типа VLTHVAC Basic Drive FC 101, выполняющий функции ЧП и ПЛК [4].

Преобразователь частоты VLTHVAC Basic Drive FC 101 предназначен для работы со всеми стандартными трехфазными асинхронными двигателями и устанавливается в электрический шкаф станка. Структурная схема подключения преобразователя частоты показана на рис. 2.

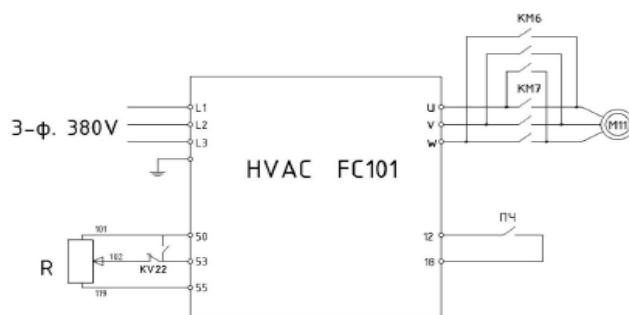


Рис. 2. Структурная схема подключения преобразователя частоты VLTHVAC Basic Drive

Первоначальная настройка преобразователя производится исходя из параметров электродвигателей привода. Настройку и программирование выполняется как с панели местного управления, так и с помощью персонального компьютера, используя COM порт.

Литература

1. Станок плоскошлифовальный с крестовым столом и горизонтальным шпинделем 3Д711ВФ11. Руководство по эксплуатации. – М. : Станкоимпорт, 1986.
2. Минаев, И. Г. Программируемые логические контроллеры, практическое руководство для начинающего инженера : учеб. пособие / И. Г. Минаев, В. В. Самойленко. – М. : АРГУС, 2009.
3. Черпаков, Б. И. Металлорежущие станки : учебник / Б. И. Черпаков. – М. : Академия, 2003.
4. Европейская электротехническая компания ЕЕС / Руководство по эксплуатации привода VLTHVACBasicDrive. – 2019. – Режим доступа: https://euroec.by/assets/files/danfoss/Programirovanie_VLT_HVAC_Basic_Drive. – Дата доступа: 16.06.2019.
5. Каталог продукции DeltaElectronics / PLCсерии DVP. – 2019. – Режим доступа: <http://www.deltaelectro-nics.info/PLC>. – Дата доступа : 16.06.2019.

УПРАВЛЕНИЕ СИЛОВЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТАМИ В ЛИНЕЙНОМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕ ПОЕЗДА

Д. А. Лисовский, В. И. Пунтус

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Брель

Линейный электродвигатель поезда на магнитной подушке представляет собой развернутый электродвигатель на всем пути следования поезда. Существенные недостатки данной конструкции – большой объем и дороговизна меди и стали. Применение силовых электромагнитов постоянного и переменного тока с форсировкой, расставленных с некоторым промежутком по всему пути следования поезда, существенно сократит расход меди и стали.

В работе силовых электромагнитов участвует схема управления, которая обеспечивает питанием силовой электромагнит [1]. Она должна быть компактна, проста, надежна и, кроме того, должна обеспечивать необходимое усилие для тягового транспорта.

Различают конструкции силового электромагнита с электромагнитами постоянного и переменного тока [1], [2].

С точки зрения минимума комплектующих элементов силовой электромагнит должен совпадать по роду тока с питающей сетью. Однако электромагниты переменного тока не получили широкое распространение из-за:

- большой кратности пускового тока по отношению к номинальному (при притянута якоря), ограничивающей допустимое число включений в час;
- сложности технологии изготовления шихтованного магнитопровода;
- недопустимой в ряде случаев пульсации силы электромагнитного притяжения.

Электромагниты постоянного тока лишены перечисленных недостатков, однако и они не нашли широкого применения в тяговом транспорте из-за значительных потерь энергии, достаточно больших габаритов, массы и невысокого быстродействия [2].

Одним из путей, ведущих к значительному увеличению начального тягового усилия, уменьшению потребляемой энергии, а также массы и объема активных материалов (меди и стали) электромагнитов постоянного тока, как известно, является использование специальных схем форсировки пускового тока [3].

Использование специальных схем форсировки пускового тока позволяет на короткий промежуток времени создать большой магнитный поток, и существенно увеличить тяговое усилие в электромагните.

Способ построения форсирующих схем управления осуществляется путем переключения напряжения, приложенного к катушке электромагнита, с более высокого на более низкое.

На рис. 1 представлена схема управления, которая использует источник постоянного (выпрямленного) напряжения. Работа схемы заключается в переключении катушек электромагнита с параллельного на последовательное соединение с помощью транзисторного ключа [3], [4]. Недостатками схемы является использование мощных и высоковольтных транзисторов, что делает схему дорогой.

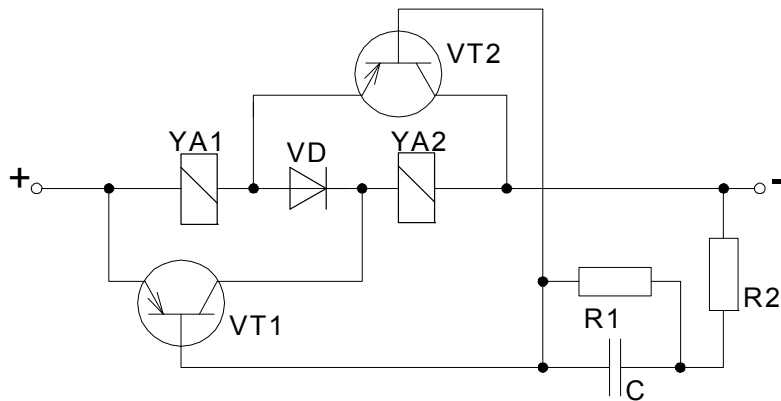


Рис. 1. Схема управления на транзисторах

В однообмоточном электромагните уменьшение величины подводимой мощности происходит за счет уменьшения величины напряжения, прикладываемого к обмотке. Такое уменьшение напряжения часто связано с использованием токоограничивающего элемента.

В качестве токоограничивающего элемента может использоваться конденсатор, при этом в нем отсутствуют активные потери.

Существенному снижению емкости и габаритов токоограничивающего конденсатора способствует применение схемы форсировки электромагнита, представленной на рис. 2. В момент пуска электродвигателя конденсатор C шунтируется тиристором VS , происходит форсировка электромагнита. Дополнительный диод $VD2$ необходим для того, чтобы конденсатор не разряжался на тиристор. Недостатком схемы является однополупериодное выпрямление, что приводит к большему времени срабатывания электромагнита, дополнительным потерям мощности в номинальном режиме и повышенным пульсациям МДС в электромагните.

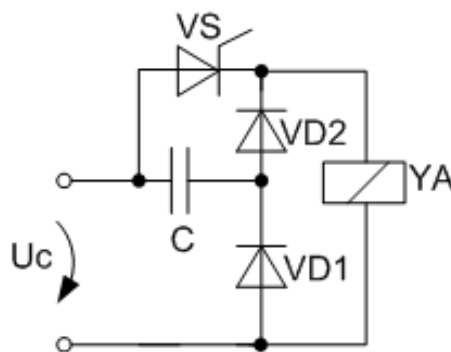


Рис. 2. Схема форсировки электромагнита с шунтирующим конденсатором

На рис. 3 предлагается двухполупериодная схема форсировки, которая обладает большим быстродействием по сравнению со схемой на рис. 2. Емкость и габариты конденсатора в этой схеме в половину меньше, чем в однополупериодной, соответственно схема является более компактной и предпочтительной по сравнению с выше приведенными схемами.

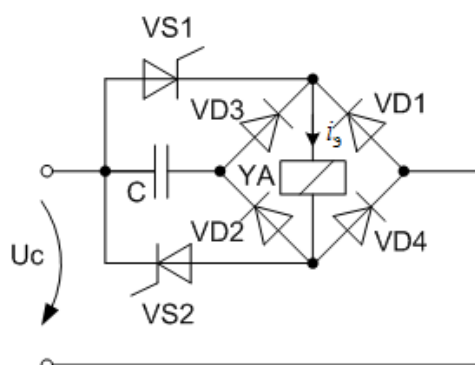


Рис. 3. Двухполуториодная схема форсировки

На кафедре «Автоматизированный электропривод» УО «ГГТУ имени П. О. Сухого» были экспериментально подтверждены полученные результаты, представленные в статье.

Литература

1. Соленков, В. В. Бесконтактные схемы форсировки в тормозных устройствах асинхронных двигателей / В. В. Соленков, В. В. Брель // Изв. высш. учеб. заведений и энерг. об-ний СНГ. Энергетика. – 2009. – № 4. – С. 31–36.
2. Соленков, В. В. Асинхронные двигатели с электромеханическими тормозными устройствами / В. В. Соленков, В. В. Брель // Изв. высш. учеб. заведений и энерг. об-ний СНГ. Энергетика. – 2004. – № 4. – С. 28–32.
3. Клименко, Б. В. Форсированные электромагнитные системы / Б. В. Клименко. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 160 с.
4. Соленков, В. В. Оптимизация параметров электромагнита в двигателях с тормозными устройствами / В. В. Соленков, В. В. Брель // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2004. – № 3. – С. 33–36.

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОКА В ОБМОТКЕ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Р. А. Костюкевич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Н. Кухаренко

Применение синхронных электродвигателей в сфере электротранспорта требует совершенствования систем управления с целью повышения эффективности их применения.

Типовым структурным решением в электроприводе является система подчиненного регулирования с внутренним контуром тока и внешним контуром скорости. Для управления током статора необходима разработка системы регулирования тока, работающей на активно-индуктивную нагрузку и содержащую противо-ЭДС.

Целью данной работы является разработка методики проектирования системы регулирования тока в обмотке синхронного двигателя с постоянными магнитами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– исследовать устойчивость системы автоматического регулирования стабилизатора тока нагруженного обмоткой двигателя. Оработать методику проектирования на квазилинейной модели;

– выполнить проектирование и исследование системы регулирования тока в обмотке синхронного двигателя с ШИМ.

Самыми распространенными способами регулирования являются стабилизаторы тока с ШИМ и стабилизаторы тока релейного типа.

Классическая структура стабилизатора тока приведена на рис. 1.

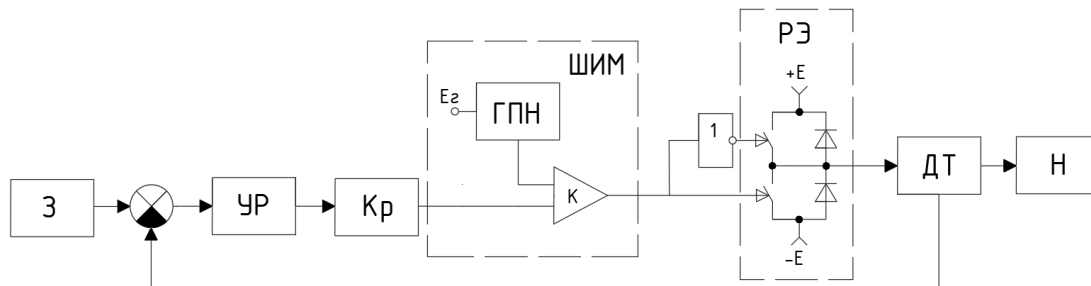


Рис. 1. Структурная схема стабилизатора тока

В схеме приняты следующие обозначения: З – сигнал задания, УР – усилитель рассогласования, Кр – корректирующее звено, М – модулятор, РЭ – регулирующий элемент, ДТ – датчик тока, Н – нагрузка.

Сигнал задания З сравнивается с соответствующим сигналом фактического значения тока, поступающего с ДТ. На выходе УР формируется сигнал рассогласования, который затем поступает на модулятор. Широтно-импульсно модулированный сигнал управляет регулирующим элементом. Регулирующий элемент выполнен по ключевой схеме.

Стабилизатор тока, построенный по структурной схеме (см. рис. 1), является потенциально неустойчивым. Это обусловлено следующими свойствами ее компонентов. Регулирующий элемент по своим характеристикам эквивалентен источнику ЭДС, управляемому выходным сигналом Кр. Следовательно, сигнал с датчика тока имеет отрицательный фазовый сдвиг относительно Кр, близкий к значению $\pi/2$. Наличие инерционности в усилителе рассогласования приводит к автоколебаниям системы автоматического регулирования.

Корректирующий регулятор предназначен для формирования нужной фазочастотной характеристики тракта, обеспечивающей устойчивую работу стабилизатора.

Для разработки схемы Кр и синтеза его частотной характеристики проведено экспериментальное исследование АЧХ и ФЧХ силовых звеньев системы регулирования.

Целью измерений параметров АЧХ и ФЧХ в линейной модели являлось определение вида и коэффициентов передаточной функции. Исследование выполнялось на квазилинейной модели стабилизатора тока, нагруженного на обмотку неподвижной электрической машины.

Для получения экспериментальных данных использовали метод инъекции напряжения [1]. Суть метода заключается в некотором воздействии на вход объекта, фиксации отклика на выходе объекта и обработке экспериментальных данных по принятым в теории автоматического регулирования методикам. Схема эксперимента приведена на рис. 2.

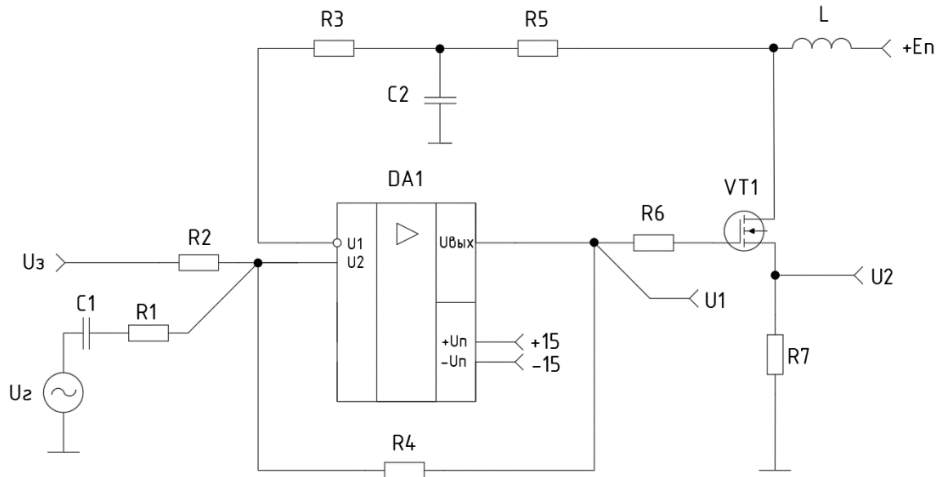


Рис. 2. Схема экспериментального исследования частотных характеристик

Для инъекции использовали генератор гармонического сигнала $U_{г}$. Усилитель разности DA1 с обратной связью по напряжению и ограниченной обратной связью.

В разработанной схеме исследовали передаточную характеристику силового транзистора VT₁ и цепи обратной связи. Для этого измеряли напряжение U_1 на выходе усилителя разности и напряжение U_2 на истоке транзистора.

На рис. 3 представлены осциллограммы в контрольных точках для разных частот.

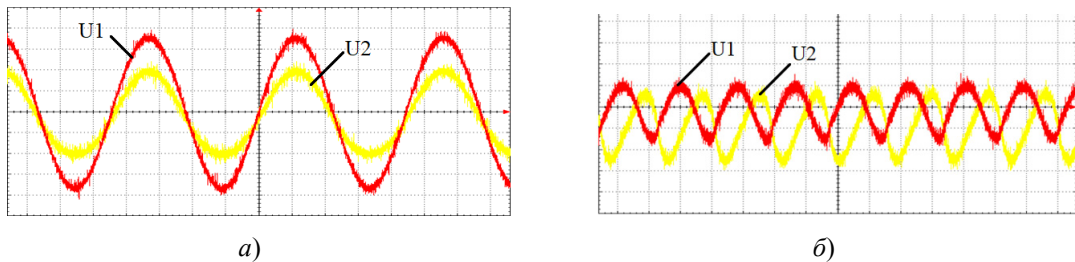


Рис. 3. Осциллограммы в контрольных точках:
а – на частоте 100 Гц; б – на частоте 1000 Гц

Аппроксимация экспериментальных данных выполняет функцию с использованием инженерного математического программного обеспечения Mathcad genfit(). Функция genfit() пакета MathCad позволяет находить оптимальные значения параметров экстраполяционной модели.

Алгоритм построения модели состоит из двух основных этапов:

- 1) определение вида модели;
- 2) оценка параметров выбранной функции $f = (t, \bar{a})$.

Исходя из предположения, что передаточная функция имеет вид звена второго порядка, получим:

$$W(j\omega) = \frac{1}{T_2^2 (j\omega)^2 + T_1 \cdot j\omega + 1} \quad (1)$$

На рис. 4 приведены ЛАЧХ и ЛФЧХ, построенные по экспериментальным данным $W_{\text{экс}}$, $\Phi_{\text{экс}}$ и аппроксимированные $W_{\text{апр}}$, $\Phi_{\text{апр}}$.

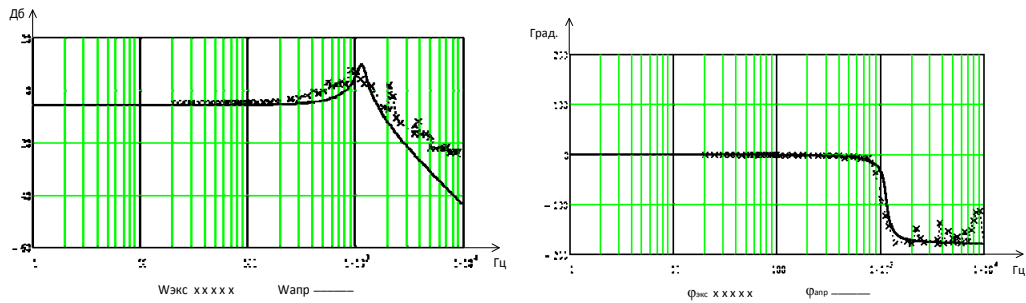


Рис. 4. Экспериментальные и аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ

Чтобы обеспечить требуемые динамические качества, провели синтез системы автоматического регулирования, т. е. определили вид и параметры корректирующих звеньев. Из возможных вариантов реализации K_p было выбрано интегрирующее корректирующее звено.

На рис. 5 приведен результат проектирования схемы и осциллограммы ее работы.

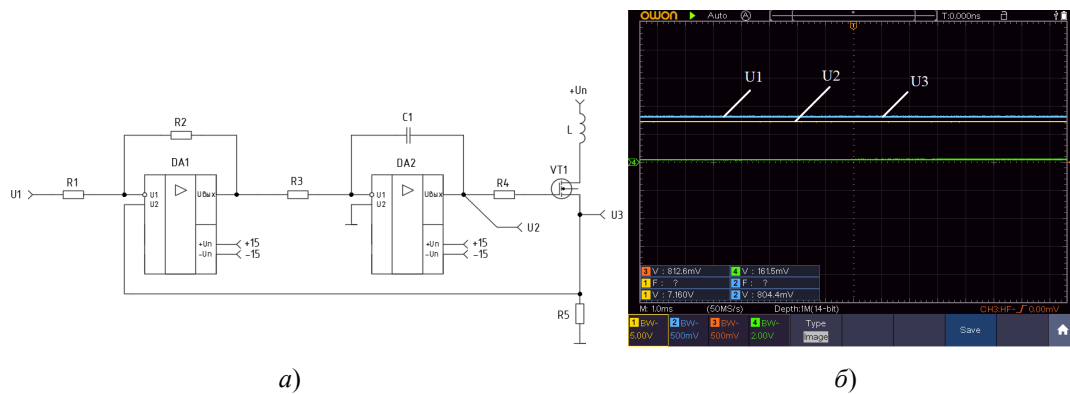


Рис. 5. Результат проектирования: а – схема с корректирующим звеном; б – осциллограмма напряжений в точках U1, U2, U3

Переходная характеристика приведена на рис. 6.

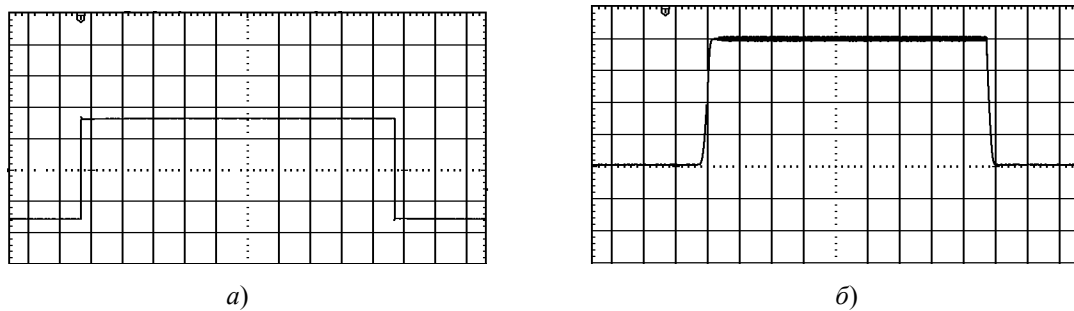


Рис. 6. Переходная характеристика системы: а – входной сигнал U1; б – выходной сигнал U3

Спроектированная система регулирования тока позволит повысить эффективность управления синхронным двигателем. Она может работать на активно-индуктивную нагрузку и нагрузку, содержащую противо-ЭДС. Недостатком является низкое быстродействие, который можно решить переходом к релейной системе.

Релейные системы обладают рядом преимуществ, благодаря которым они широко используются в системах автоматического управления [2]. Одно из главных преимуществ – высокое быстродействие.

Литература

1. Чети, П. Проектирование ключевых источников электропитания : пер. с англ. / П. Четти. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 240 с.
2. Евсюков, В. Н. Нелинейные системы автоматического управления / В. Н. Евсюков // Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007. – 172 с.

КОНТРОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ СЕРВОПРИВОДОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ КОМПАНИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А. С. Григорьев

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,
Российская Федерация*

Научный руководитель А. В. Плотников

Вопросы актуальности исследования нормативного соответствия метрологических характеристик измерительного оборудования различных классов требованиям потребителей являются одними из приоритетных векторов развития автоматизации производства на предприятиях промышленного отраслевого бизнеса [1], [2]. Рассмотрим в ракурсе прикладного применения ряд технологий стандартизированной процедуры «Metrological confirmation» [3] в интеграции с положениями [4] обеспечения прогнозируемой эффективности измерительных преобразований для реализации функций управления в технологических процессах.

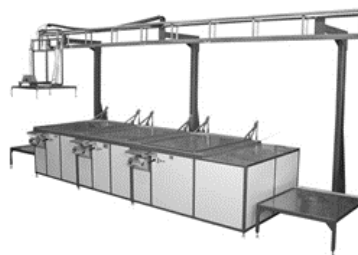
Объектом анализа были выбраны бесконтактные индуктивные датчики положения типового исполнения ISN E6A-31N-10-LZ и их возможное включение в схему серводвигателей вида ЕСМА–G213-06-S и ЕСМА-G213-03-S с задачей точного позиционирования привода комплекса ультразвуковой очистки в процессе его эксплуатации в АО «Липецкое станкостроительное предприятие» (АО «ЛСП»). Внешний вид измерительного и промышленного оборудования показан на рис. 1 [5]–[7].



ЕСМА–G213-06-S



ISN E6A-31N-10-LZ



Комплекс НПП «СПЕЦМАШ»

Рис. 1. Виды оборудования

Инструментарий двух нормативных платформ [3], [4] необходим в установлении состояния датчиков, при котором их метрологические характеристики выдадут качественную реализацию функционирования систем управления заявленным технологическим процессом. Выходом процедуры обозначенной идентификации станет оценка метрологической пригодности измерительных преобразователей для подключения к контроллеру «Delta» (ПЛК) DVP-SA2 по логике NPN (рис. 2) [8].

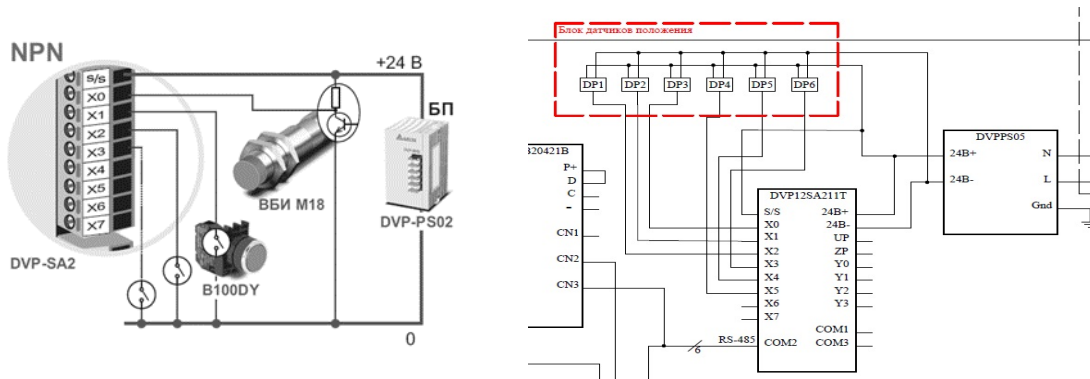


Рис. 2. Схема подключения датчиков

Из рис. 2 (схема слева) видно, что ток от «плюса» источника питания «втекает или стекает» к общей точке S/S. Поэтому схема называется «Стоковой» – sink [9]. Моделирование различных форм сигнала дано в [10]. На рис. 2 (схема справа) группа индуктивных датчиков сопряжена с контроллером и компонентами сервопривода движения в технологическом процессе комплекса ультразвуковой очистки АО «ЛСК».

В соответствии с п. 4.3, б [4] по результатам тестирования систем управления и их составных частей из рис. 2 выполняли контроль метрологической пригодности датчиков в процессе их эксплуатации. Так, в алгоритм работы добавлялась проверка о наличии объекта в чувствительной зоне датчика. Проверяли условия. Первое – если объект присутствует, то работа продолжается по штатному алгоритму. Отсутствует – вызывается специальная подпрограмма корректировки положения (рис. 3). В результате будет обеспечиваться качество работы сервопривода [5].

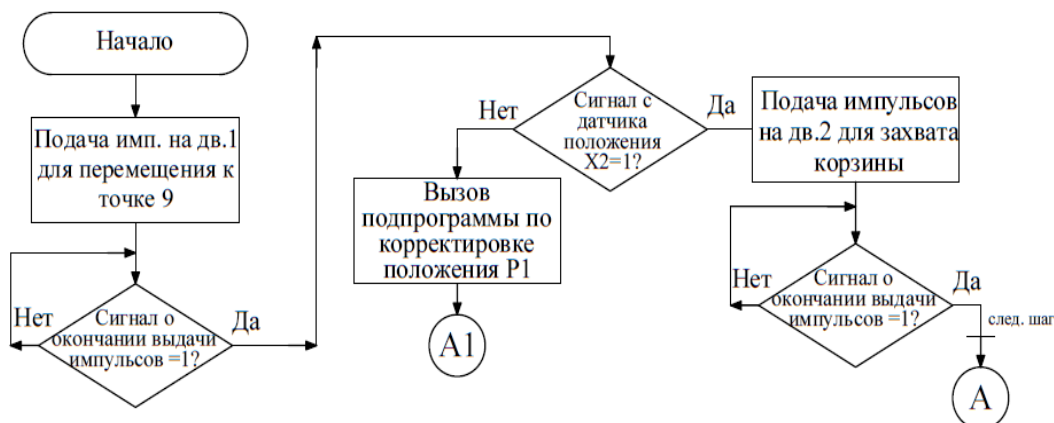


Рис. 3. Блок-схема управления сервоприводом

Далее оценивали качественный уровень функционирования непосредственно самого сервопривода от использования датчиков типа ISN E6A-31N-10-LZ. Для перемещения между ваннами и для поднятия груза в комплексе ультразвуковой очистки требуется соблюдение установленных вариаций по количеству импульсов, подаваемых на сервопреобразователь. Здесь необходимо учитывать: расстояние, преодолеваемое грузозахватывающим устройством за один оборот двигателя, и количество импульсов в секунду для поддержания требуемой частоты 1000 об/мин [11]. Расчетные значения импульсов для перемещения между контрольными точками технологического процесса комплекса ультразвуковой очистки АО «ЛСК» сведены в таблицу.

Количество импульсов для подачи на сервопреобразователи

| Название действия | Параметр | Количество импульсов |
|--|--------------|----------------------|
| Подъем от ванны до точки «0» | $N_{0-в}$ | 186250 |
| Подъем от ванны до уровня транспортировки | $N_{т-в}$ | 119425 |
| Перемещение между точкой «0» и ванной 3 | N_{0-3} | 240300 |
| Перемещение между ванной 3 и зоной выгрузки | $N_{3-вы}$ | 208600 |
| Перемещение между зоной выгрузки и ванной 2 | $N_{вы-2}$ | 383750 |
| Перемещение между ванной 2 и ванной 3 | N_{2-3} | 175000 |
| Перемещение между ванной 3 и ванной 1 | N_{3-1} | 350250 |
| Перемещение между ванной 1 и ванной 2 | N_{1-2} | 175000 |
| Перемещение между ванной 2 и зоной загрузки | $N_{2-загр}$ | 302500 |
| Перемещение между зоной загрузки и ванной 1 | $N_{загр-1}$ | 127500 |
| Перемещение между ванной 1 и исходным положением | N_{1-0} | 590750 |

Затем следует практическое применение спектра технологий процедуры «Metrological confirmation» международного стандарта ISO0012–2003 [3] и принятие решения о статусе метрологического подтверждения пригодности бесконтактных индуктивных датчиков положения типового исполнения ISN E6A-31N-10-LZ и их возможных альтернатив в схеме сервопривода комплекса ультразвуковой очистки АО «ЛСК». После реализуется эксплуатационная апробация предложенных измерительных устройств и программного обеспечения с целью получения оценок точного позиционирования в контрольных точках технологического процесса.

Литература

1. Плотников, А. В. К вопросу актуальности исследования метрологических характеристик электронных весов на предприятиях металлургической отрасли / А. В. Плотников // Кадры для регионов – Современная металлургия нового тысячелетия : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Часть I. – Липецк : ЛГТУ, 2014. – С. 160–165.
2. Плотников, А. В. Анализ действующей и формирование предпосылок разрабатываемой методики расчета метрологических электронных большегрузных весов / А. В. Плотников // Кадры для регионов – Современная металлургия нового тысячелетия : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Часть I. – Липецк : ЛГТУ, 2014. – С. 181–187.
3. ISO 10012–2003. Measurement management systems – Requirements for measurement process and measuring equipment. – Введ. 15.04.03. – ISO, 2003. – 26 с. – (International Standard).
4. МИ 2233–2000. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основные положения. – М. : ВНИИМС, 2000. – 25 с.

5. «Delta Electronics». Руководство по эксплуатации ASDA-B2. – Режим доступа: www.itrostov.ru/pictures/_3670500/asda-b2_m_r.pdf.
6. Выключатель индуктивный бесконтактный ISN E6A-31N-10-LP. Паспорт. Руководство по эксплуатации. – Режим доступа: <https://teko-com.ru/katalog/induktivnye-datchiki/podbor-induktivnih-datchikov-po-parametram/isn-e6a-31n-10-lz.html>.
7. Спецмаш: Производство ультразвукового оборудования. – Режим доступа: <http://www.spetsmash-vrn.ru/>.
8. ЗАО «Сенсор». Индуктивные бесконтактные выключатели. – Режим доступа: <http://www.sensor-com.ru/catalog/inductive/desc>.
9. Елисеев, В. А. Справочник по автоматизированному электроприводу / В. А. Елисеев, А. В. Шинянский. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
10. Буркова, О. А. Реализация цифроаналогового преобразователя для модели напряжения / О. А. Буркова, А. В. Плотников // Летняя школа молодых ученых ЛГТУ–2017 : сб. науч. тр. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов ЛГТУ. – Липецк, 2018. – С. 6–10.
11. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М. : Издат. центр «Академия», 2007. – 576 с.

Секция V
ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА
И УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ

К. В. Атрощенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: И. В. Ермолина, И. Н. Ридецкая

Продвижение – это любая деятельность предприятия по информированию реальных и потенциальных потребителей о себе и своих товарах, а также по убеждению этих потребителей в необходимости приобретения товаров предприятия. Виды продвижения представлены на рис. 1.



Рис. 1. Виды продвижения продукции

Примечание. Разработано автором на основе источника [2, с. 48].

Реклама является одним из важнейших инструментов маркетинга в решении вопросов планирования, сбора информации и привлечения потребителей. Реклама ОАО «Гомсельмаш» выполняет следующие задачи:

- обеспечивает положительный имидж предприятию и выпускаемой продукции;
- способствует увеличению объемов сбыта продукции путем распространения информации о продукции;

- накапливает информацию о конкурентах (цены, номенклатура, качество).

Основные средства распространения рекламы [1, с. 204]:

- пресса (специализированные журналы и журналы общего назначения, книги, справочники);

- печатная реклама (листовки, буклеты, плакаты, каталоги, открытки, календари, проспекты, визитные карточки и т. п.);

- наружная реклама (крупногабаритные плакаты; электрофицированные и газосветные панно с неподвижными, бегущими или запрограммированными надписями, пространственные конструкции и т. д.);

- реклама на транспорте (внутри и снаружи транспортных средств, на остановках, на железнодорожных и автовокзалах, аэро- и морских портах);
- экранная реклама (кино- и телереклама, слайды);
- радиореклама.

В 2017 г. с целью расширения рынков сбыта ОАО «Гомсельмаш» проводилась работа по следующим направлениям:

- вывод на рынок новых моделей машин (жатка для уборки подсолнечника, картофелеуборочный комбайн с боковым подкопом, прицепной роторной косилки и др.);
- адаптация прицепной и навесной техники к тракторам и комбайнам зарубежного производства;
- изучение субъектами ТПС состояния конъюнктуры рынка в действующем регионе, деятельности других предприятий, условий работы на них;
- реорганизация товаропроводящей сети за счет исключения неэффективно работающих дилеров и заключение дилерских договоров с новыми организациями;
- продвижение интернет-сайта ОАО «Гомсельмаш» в средствах массовой информации и сети Интернет;
- размещение рекламной информации в сети Интернет, СМИ;
- участие в основных сельскохозяйственных выставках, семинарах, в том числе в регионах;
- проведение презентаций, демонстраций техники в работе;
- постоянное участие в конкурсных торгах (тендерах) и электронных аукционах, содержащихся на торговых площадках www.icetrade.by, www.goszakupki.by, www.zakupki.butb.by на поставку производимой продукции;
- организация совместной работы с Посольствами Республики Беларусь и другими учреждениями, участие в бизнес-форумах с иностранными компаниями, проведение переговоров по продвижению продукции общества на внешних рынках.

Методы проведения рекламной кампании ОАО «Гомсельмаш»:

- реклама продукции через СМИ (газеты, журналы, каталоги-справочники);
- реклама продукции в Интернете;
- реклама продукции на республиканских и международных выставках.

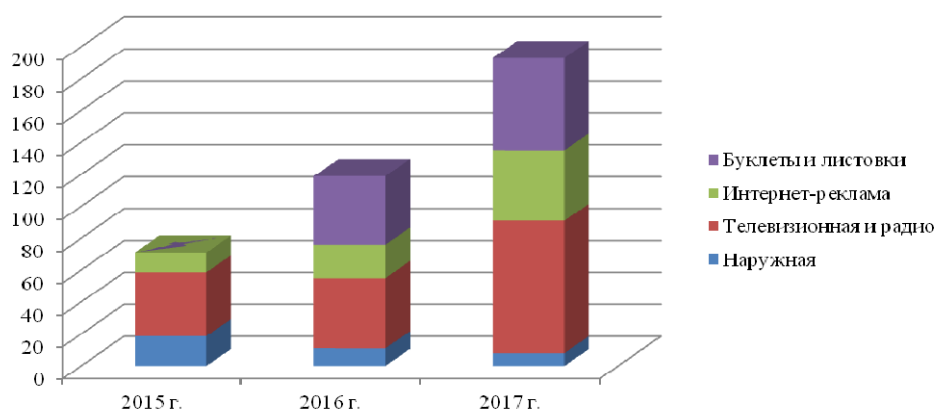


Рис. 2. Расходы на рекламу ОАО «Гомсельмаш» в 2015–2017 гг., тыс. р.

Примечание. Разработано автором на основе отчетности ОАО «Гомсельмаш».

Наиболее эффективной формой рекламы для ОАО «Гомсельмаш» в рассматриваемом периоде является участие в специализированных выставках. Такое участие

позволяет заключить новые договора на поставку продукции предприятия, расширить рынок сбыта и получить дополнительную прибыль в актив предприятия.

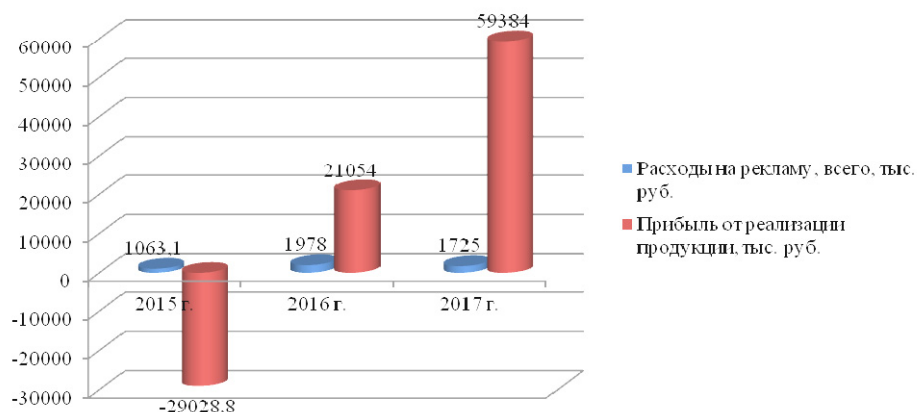


Рис. 3. Эффективность рекламы ОАО «Гомсельмаш» за 2015–2017 гг.

Примечание. Разработано автором на основе отчетности ОАО «Гомсельмаш»

Поставка продукции ОАО «Гомсельмаш» на экспорт осуществлялась посредством созданной товаропроводящей сети и в незначительных объемах по прямым договорам (удельный вес – менее 0,01 %).

Основными рынками сбыта продукции ОАО «Гомсельмаш» на экспорт являются Россия, Украина, Казахстан, страны Балтии и далее зарубежье (Китай, Аргентина, Чехия).

Все рынки сбыта продукции ОАО «Гомсельмаш» по типу выбранной стратегии делятся на три основные группы:

- рынки, где основной целью является удержание существующей доли рынка (регионы РФ: Республика Татарстан, Удмуртия, Свердловская, Челябинская области);
- рынки, где основной целью является увеличение существующей доли рынка (Украина, Китай, Аргентина, регионы РФ: Краснодарский, Ставропольский края, Курская, Белгородская, Рязанская области и др.);
- рынки, где основной целью является внедрение продукции на рынки (страны дальнего зарубежья: Чехия, Словакия, Венгрия, Болгария, Сербия, Иран, страны Балтии).

В целях интеграции предприятия в мировое хозяйство, успешного функционирования его на мировом рынке необходимо обеспечить совершенствование форм и методов продвижения продукции на основе существующей методики выбора форм и методов продвижения.

Литература

1. Андрейчиков, А. В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Основы стратегического инновационного менеджмента и маркетинга : учеб. пособие / Л. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : КД Либроком, 2013.
2. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс / Ф. Котлер. – М. : Вильямс, 2016. – 806 с.
3. Швайко, И. Г. Маркетинг: Конспект лекций : учеб. пособие / И. Г. Швайко, М. М. Егорова, Е. Ю. Логинова – М. : КД Либроком, 2017.

ЭКСПОРТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. Г. Богданович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Р. И. Громыко

Целью исследования являлось изучение экспорта образовательных услуг Республики Беларусь.

Система образования в Республике Беларусь – это основной источник подготовки высококвалифицированных кадров. Она развивается с учетом мировых тенденций. В мае 2015 г. Беларусь официально присоединилась к Болонскому процессу и поэтому система высшего образования постепенно реорганизуется согласно требованиям Болонской системы. В связи с этим расширились возможности получения образования иностранными студентами.

С каждым годом в Республику Беларусь приезжает все большее количество студентов из-за рубежа. В 2017/2018 учебном году в Беларуси обучалось 14635 иностранных студентов, в 2018/2019 г. – уже более 20 тыс. студентов из 102 стран мира. Экспорт образовательных услуг с каждым годом увеличивается [1].

Больше половины иностранных студентов – это граждане Туркменистана. На втором месте среди иностранцев – студенты из России. Их в Беларуси обучается 10 % от общего числа студентов. Также в Беларусь приезжают студенты из Нигерии, Турции, Украины, Ирана, Китая, Ливана. Их привлекают высокое качество образования и хорошие условия обучения, а также относительно невысокая плата за обучение, небольшие расходы на проживание, низкий уровень преступности и стабильная политическая ситуация. Китайских студентов привлекает невысокая конкуренция при поступлении, а иранских – высокий уровень медицинского образования. Наиболее популярными специальностями являются технические, экономические, медицинские и сельскохозяйственные.

Однако необходима дальнейшая напряженная работа по продвижению образовательных услуг. Беларусь сравнительно недавно работает на международном рынке услуг, и система продвижения образовательных услуг на экспорт только развивается. Войти на высоко конкурентный рынок и найти собственную нишу сложно.

Для формирования белорусского образовательного бренда нужна активная информационно-рекламная компания в сети Интернет. Как отмечают сами иностранные студенты, в основном они приехали учиться по рекомендации людей, окончивших белорусские вузы. Такая система неэффективна, так как не охватывает большое количество людей.

Необходимо создание нормативно-договорной базы о признании документов об образовании, что требует дальнейшей глубокой реализации принципов Болонской системы образования, изменение содержания образовательных программ и развитие многоуровневой системы образования.

С одной стороны, есть факторы, которые сдерживают развитие экспорта услуг, на которые учебные заведения повлиять не могут.

Например, наличие приглашения на обучение не гарантирует иностранному студенту возможность прибытия в Республику Беларусь и получение образования. Имеют место отказы Управления по гражданству и миграции в согласовании приглашений на обучение. С такой ситуацией сталкиваются студенты из стран с повышенной миграцией. Например, студенты из Индии, Пакистана, Нигерии. Внутренние

экономические проблемы страны также могут выступить сдерживающим фактором. Так, студенты из Туркменистана имеют ограничения по приобретению и вывозу валюты. Некоторые страны не признают документы о высшем образовании, выданные в Республике Беларусь.

С другой стороны, нужна большая организационная работа вузов по привлечению студентов. Важным аспектом этой работы является преподавание на иностранных языках, прежде всего английском. Кроме того, необходимо совершенствовать процессы обучения и создавать привлекательные условия пребывания в университетской среде [2, с. 40].

Для решения всех вышеперечисленных проблем и развития экспорта образовательных услуг был принят ряд мероприятий в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. В этой программе предусматриваются меры повышения качества образования иностранных студентов, обучающихся в Беларуси. Часть мероприятий, запланированных для реализации этой задачи, на сегодняшний день уже выполнена. Важное значение в развитии экспорта образовательных услуг придается и в Государственной программе «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 гг. [3].

Наша страна стремится повысить престиж национальной системы образования на международном рынке и продвинуть отечественные услуги образования. Участие Беларуси в международном рынке образовательных услуг требует дальнейшей реализации принципов Болонской системы. Направлениями продвижения образовательных услуг на международном рынке могут быть:

- развитие дистанционной формы обучения;
- расширение круга специальностей, обучение по которым ведется на иностранных языках;
- расширение международного студенческого обмена;
- рост позиций белорусских вузов в международных рейтингах, что укрепит доверие к системе образования страны.

Литература

1. Образование в Республике Беларусь (2017/2018 учебный год). – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 01.04.19.
2. Кранцевич, Н. М. Общее и индивидуальное: особенности развития экспорта образовательных услуг в Гродненском государственном университете им. Я. Купалы / Н. М. Кранцевич, Ю. А. Романовский // Экспорт образования. – 2017 – № 2. – С. 40–45.
3. Государственная программа «Образование и молодежная политика». – Режим доступа: <http://government.by/>. – Дата доступа: 01.04.19.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РЫНКА КАЗАХСТАНА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ ВНЕШНЕГО РЫНКА ОАО «СВЕТЛОГОРСКИХИМВОЛОКНО»

А. Д. Буренин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Ермолина

В Беларуси производится более 500 видов нефтехимической и химической продукции. Нефтехимический комплекс Беларуси включает в себя организации по добыче, переработке и транспортировке нефти, нефтепродуктообеспечению, химии и нефтехимии.

мии, ряд научных, проектно-конструкторских, строительных, ремонтных и пусконаладочных организаций. Основную часть из них объединяет концерн «Белнефтехим». Это один из крупнейших и стратегически важных промышленных комплексов страны. Организации отрасли обеспечивают около 30 процентов объема промышленной продукции Республики Беларусь и половину экспорта товаров. Продукция отрасли экспортируется более чем в 120 стран мира. На внешнем рынке реализуется свыше 70 процентов продукции, производимой нефтехимическим комплексом. На зарубежных рынках ее представляет широкая товаропроводящая сеть.

Улучшение позиций Республики Беларусь на мировом рынке нефтехимической продукции и развитие нефтехимического комплекса Республики Беларусь являются одними из основных задач на сегодняшний день. Одним из направлений увеличения присутствия предприятия на рынке – выход на международный рынок.

Актуальность освоения внешнего рынка обусловлена задачей государства повысить ВВП. Увеличение рынка сбыта повышает загруженность имеющегося на предприятиях технологического оборудования и влечет расширение производственных мощностей, что дает дополнительные рабочие места. Увеличение прибыли предприятия способствует увеличению заработной платы, что подымает покупательскую способность и увеличивает налоговые отчисления в государственный бюджет, улучшая социально-экономическое положение в государстве. Помимо налоговых отчислений увеличиваются дивиденды за счет роста объема реализации продукции. Увеличение государственного бюджета стимулирует развитие государственной экономики, что влечет за собой улучшение инфраструктуры, в том числе в регионе, в котором находится предприятие, а рост покупательской способности населения стимулирует развитие в этом регионе сферы обслуживания и развлечений, что немало важно в наше время в Беларуси для таких небольших городов, как Светлогорск.

Учитывая всю вышеизложенную информацию, можно выделить наиболее перспективный рынок для освоения – рынок Казахстана. Казахстан сравнительно большое государство. В связи с более слабым развитием промышленности по сравнению с Российской Федерацией и странами Евросоюза отсутствует высокая конкуренция на рынке нетканых материалов. Самым крупным конкурентом на сегодняшний день является продукция Китая, завозимая в Казахстан посредниками, но не имеющая официального представительства или единой торговой сети. Неконтролируемость рынка и отсутствие на нем крупных, местных производителей спанбонда, стало причиной формирования высоких цен на продукцию, что дает дополнительное преимущество при вхождении предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно» на этот рынок. Географическая доступность: 3000–4000 км и отсутствие таможенных пошлин позволит сформировать конкурентоспособные цены с относительно высокой рентабельностью.

Еще одним конкурентным преимуществом станет высокое качество продукции относительно спанбонда китайского производства, а также наличие сертификатов международного уровня.

Учитывая специфику структуры и политики концерна «Белнефтехим», у предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно» нет возможности открывать собственные представительства в других государствах и иметь собственные, дополнительные производства или официальных дистрибьютеров за рубежом так же, как и собственную торговопроводящую сеть [1]. В Казахстане также нет крупных торговых сетей, занимающихся импортом нетканой продукции.

На сегодняшний день себестоимость одного килограмма спанбонда составляет 1,31 евро, из которых 1,10 евро – затраты на сырье (сырье закупается в Германии).

При нулевой рентабельности стоимость продукции равна 1,51 евро. Средняя стоимость спанбонда на рынке Казахстана на сегодняшний день равна 1,98 евро.

Стоимость доставки одной машины спанбонда из г. Светлогорск (Беларусь) до г. Алматы (Казахстан) при заказе машины у дочернего предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно» – «СохимТранс» равна 4000 евро. Вместительность одной стандартной машины объемом 90 м³ равна 10500 кг. Из этого следует, что стоимость продукции спанбонд на условиях DAP будет равна 1,89 евро.

При заказе автомобиля потребителем в Казахстане стоимость доставки составляет 2500 евро, что значительно сокращает итоговую стоимость продукции. На условиях FCA итоговая стоимость продукции равна 1,75 евро, что на 0,23 евро меньше, чем средняя цена спанбонда на рынке Казахстана на сегодняшний день.

Исходя из этого, мы можем предложить потенциальным потребителям цену, равную 1,61 евро на условиях FCA. В таком случае итоговая цена будет ниже средней цены, существующей на сегодняшний день на рынке Казахстана, на 6,5 % и иметь рентабельность 6,5 %. Но при этом заказ продукции должен составлять не менее 10 т. В ином случае из-за удорожания логистики следует возрастание цены, и она становится не конкурентоспособной.

В лице конкурентов будут выступать небольшие, региональные, частные фирмы, не обладающие конкурентными преимуществами, зависящие от стабильности производства и уровня цен китайского производителя, а также внешнеэкономических отношений Казахстана и Китая, который, в свою очередь, не входит в состав СНГ и не имеет с Казахстаном общей таможенной зоны.

В Казахстане решение о выборе поставщика сырья принимает исключительно директор (владелец) компании. Поэтому целевой аудиторией являются мужчины в возрасте 35–55 лет, имеющие высокий уровень дохода, для которых межличностные отношения важнее коммерческой выгоды.

Для привлечения таких клиентов необходимо в первую очередь вызвать заинтересованность потребителя к компании и продукции. Создание группы в социальных сетях и наполнение ее интересным для потенциальных клиентов контентом будет первым шагом по привлечению целевой аудитории.

Следующим шагом будет участие в тематических выставках на территории Казахстана; оповещение об участии в социальных сетях, дополнительная связь по телефону с потенциальными клиентами и договоренность о встрече на выставке. На самом мероприятии можно продемонстрировать продвигаемый товар, завязать тесные отношения и сделать выгодное предложение, что станет началом сотрудничества.

Также необходимо проведение рекламной кампании по продвижению продукции строительного сегмента на рынок Казахстана.

На сегодняшний день на рынке Казахстана работают: 54 средних и крупных компаний по производству мягкой мебели; семь производителей матрасов; один крупный производитель одноразовой медицинской одежды; пять импортеров сельскохозяйственной продукции; две крупные сети строительных магазинов; один производитель влажных салфеток; один производитель фильтров для жидкостей на основе нетканых материалов.

Общий объем потребления нетканой продукции около 375 т в месяц.

В настоящее время доля экспорта в объеме производства спанбонда ОАО «СветлогорскХимволокно» составляет 80 %. Освоение рынка Казахстана на 30 % позволит увеличить этот показатель до 82,3 %. Также увеличение прибыли составит 150 тыс. долл. США в год (на 63 % от текущей) за счет высокой рентабельно-

сти реализации продукции на рынок Казахстана. Помимо этого дополнительно будет загружено технологическое оборудование на 5 % по сравнению с сегодняшними показателями [2].

Проведенная оценка социально-экономической эффективности использования выработанной стратегии освоения внешнего рынка ОАО «СветлогорскХимволокно» показала, что:

– экономический эффект будет подучен за счет: улучшения репутации предприятия, увеличения лояльности потребителя, вследствие возрастания объемов заказов; расширения рынка сбыта, что влечет за собой увеличение объемов реализации, а соответственно и прибыли; расширения сегмента выпускаемой продукции, что также дает преимущество на определенном рынке; оптимизации производства, что в результате увеличит объемы производства без каких-либо материальных вкладов;

– технический эффект будет достигнут за счет увеличения сегмента производимой продукции и объемов производства без закупки дополнительного оборудования;

– социальный эффект будет связан: с повышением репутации – предприятие будет характеризоваться как европейский производитель с качеством продукции, соответствующим мировым стандартам; увеличением прибыли предприятия, которое сказывается на материальном довольствии рабочих, что улучшает покупательскую способность и в последствии служит толчком к развитию индустрии развлечений в регионе; увеличением налоговых отчислений и поступающих дивидендов, которые улучшат экономическую ситуацию в государстве и будут способствовать развитию инфраструктуры во всех регионах Республики Беларусь.

В заключение отметим, что многим предприятиям Республики Беларусь еще только предстоит внедрение новых инструментов расширения рынка сбыта и повышения прибыли, чтобы соответствовать мировым, современным тенденциям и не только сохранять, но и улучшать свое положение на мировых рынках.

Л и т е р а т у р а

1. Буренин, А. Д. Роль менеджмента в обеспечении социально-экономической стабильности / А. Д. Буренин // Экономика и управление: социальный, экономический и инженерный аспекты : сб. науч. ст. I Междунар. науч.-практ. конф., Брест. гос. техн. ун-т, г. Брест, 22–23 нояб. 2018 г. / редкол.: В. В. Зазерская [и др.]. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2018. – С. 270–271.
2. Буренин, А. Д. Стратегия выхода предприятия на международный рынок / А. Д. Буренин // Сборник научных статей студентов, магистрантов, аспирантов / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. Г. Шадурского [и др.]. – Минск : Изд-во ЧЕТЫРЕ ЧЕТВЕРТИ, 2019. – Вып. 2. – С. 136–137.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

М. С. Бутко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. В. Савченко

В наше время следует больше времени уделять качественному бизнес-планированию, так как эта тема становится актуальной для лучшего ведения своего бизнеса. Продуктивная работа организации в большей степени зависит от системы планирования и каждого ее элемента.

В ходе исследования было выявлено десять наиболее важных проблем бизнес-планирования:

1. Отсутствует осознанность цели бизнес-плана, непонимание ведущих процессов бизнеса, а значит, бизнес-план составляется без понимания основных положений ведения бизнеса.

Решением данной проблемы будет проведение занятий с предпринимателями для ознакомления с основными принципами ведения бизнеса, составление подробного технического задания.

2. Бизнес-план воспринимается сугубо как документ, приносящий организации только определенные выгоды. Большинство организаций составляют свой бизнес-план для привлечения финансирования, а после получения результата бизнес-план благополучно забывается. В таком случае бизнес-план составляется для заинтересованности инвестора или финансовой организации, демонстрируя высокие показатели продаж, издержки и эффективность при реализации данного проекта. В итоге реализуемый проект является убыточным (на грани банкротства) и инвестор пытается уйти с проекта с минимальными убытками.

Чтобы избежать данной проблемы, инвестору необходимо проводить детальную проверку бизнес-плана. Следует обращаться к консультантам, имеющим хорошую репутацию и опыт работы. Инвесторы, получающие бизнес-план с логотипом известной компании-консультанта, относятся к проекту более доброжелательно и вероятность реализации проекта возрастает. Чаще всего инвесторы сами заказывают доработку присланного им бизнес-плана от предпринимателя у опытных консультантов в области бизнес-планирования. Но даже наличие логотипа компании с хорошей репутацией не дает гарантии, что все расчеты будут верными.

3. Неполнота информации о проекте в бизнес-плане, который составил предприниматель. Предприниматель или наемный консультант обладают маленьким объемом информации о рыночной ситуации и прорабатывают совсем небольшую часть бизнес-плана, теряя важные аспекты бизнес-плана. Самой частой ошибкой является разработка финансовой и производственной частей без маркетингового анализа проекта.

Также иногда плохо прорабатывается организационная часть бизнес-проекта: участие инвесторов, правовая и налоговая концепция бизнес-планирования.

Решение данной проблемы является стандартизация процессов бизнес-планирования, обращение к консультантам, которые подскажут, что конкретно необходимо для правильного составления бизнес-плана, следование их рекомендациям.

4. В бизнес-плане путаница различных видов деятельности. Предприниматели хотят максимально получать прибыль и поэтому начинают заниматься всеми видами параллельной деятельности в своем бизнесе. Составляя бизнес-план, они начинают разрабатывать все возможные виды деятельности. Чтобы избежать этой проблемы, следует разбить деятельность на простые услуги и дробление бизнесов по процессам.

5. Бизнес-план должен носить конфиденциальный характер, но существует возможность рейдерского захвата бизнеса. Предприниматель, обращаясь к консультанту, инвестору и финансовым институтам, подвергается риску воровства идеи, технологии, а также самого бизнеса.

Для избегания такой ситуации следует обращаться к проверенным консультантам, которые имеют хорошие рекомендации и опыт работы на рынке, сотрудничать с финансовыми институтами, которым выгодно реализация проекта только в форме финансового участия. Также нужно продумать некоторые варианты для усложнения легкого и быстрого копирования создаваемого проекта (оборудование, команда проекта, торговая марка, патенты, налаженные каналы сбыта).

6. Ошибочно разработан бизнес-план и стратегия, исходя из неверных суждений предпринимателя проекта или консультанта. По итогу ложное направление развития проекта приводит к катастрофическим последствиям и банкротству.

7. Большое количество неквалифицированных специалистов на рынке бизнес-планирования. В последнее время государство осуществляло программы субсидирования малого бизнеса путем выдачи целевого финансирования для реализации проекта. В связи с этим возник рынок для написания бизнес-планов в виде реферата на 20 страниц. По итогу эти специалисты портят репутацию компаниям с большим опытом на данном рынке, предлагая свои услуги в написании бизнес-плана. В связи с этим бизнес-план считается просто документом для получения дорогого и быстрого финансирования. Также люди, работающие в государственных органах, принимали решения о выдаче того или иного займа по причине отсутствия знаний и опыта – финансировали, исходя из субъективных суждений о самом предпринимателе проекта.

Чтобы таких ситуаций не происходило, необходимо просмотреть реализованные работы проектов консультантов, отзывы клиентов и опыт работы.

8. Точное следование стандартов бизнес-планирования. Существующие стандарты носят рекомендательный характер, а уже в зависимости от вида деятельности те или иные разделы раскрываются более подробно либо сокращаются до минимума. Большинство компаний требуют точного соблюдения находящихся у них нормативных документов бизнес-планирования, не давая возможности предпринимателю проекта сделать понятный и читаемый бизнес-план. Эта проблема затрагивает органы государственной власти и организации с высоким уровнем бюрократии.

9. Неправильное использование, расчет и обоснование показателей эффективности проекта. Так большая часть предпринимателей проекта не видят разницы между такими понятиями, как денежный поток проекта и доходы проекта, план прибыли и убытков проекта и плана денежных средств, начисление и оплату, не умеют составлять баланс проекта, ошибочно относят статьи по видам деятельности проекта, в денежных потоках проекта считают амортизацию. Решение проблемы простое: обучить сотрудников, привлечь высококвалифицированных специалистов – инвестиционных аналитиков.

10. Отсутствуют расчеты отношения доходов проекта к риску или отношение возможного дохода к возможным потерям проекта при его нереализации и ликвидации. Стандартные показатели эффективности проекта (NPV, IRR, PB, PI) все вычисляются отношением той или иной степени доходов к затратам.

Бизнес-план выступает в качестве рабочего инструмента для действующих организаций. Он описывает процесс функционирования предприятия и демонстрирует, каким способом руководство старается достичь реализации своих целей и задач. Качественно разработанный бизнес-план способствует росту предприятия, помогает занять новые позиции на рынке, где оно функционирует, строить перспективные планы своего развития, разработать концепцию производства новых товаров и услуг, а также выбрать лучший способ их реализации. Поэтому для продуктивной работы предприятия необходимо стараться совершать меньше ошибок в планировании своей деятельности, искать пути совершенствования и покорять новые технологии для оптимизации процесса планирования.

Литература

1. Правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов : постановление М-ва экономики Респ. Беларусь от 31 авг. 2005 г. № 158 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 158. – 8/13184.

2. Отраслевые рекомендации по разработке бизнес-планов организаций Министерства промышленности Республики Беларусь : приказ М-ва промышленности Респ. Беларусь от 2 окт. 2002 г. № 372.
3. Ильин, А. И. Основные направления совершенствования внутрифирменного планирования / А. И. Ильин, С. В. Касько // Проблемы упр. – 2008. – № 2. – С. 118–122.
4. Забодаева, И. В. Проблемы развития внутрифирменного планирования на российских предприятиях / И. В. Забодаева // Молодой ученый. – 2011. – № 3. – С. 159–163.
5. Каверзина, Л. А. Методический подход к повышению эффективности внутрифирменного планирования на предприятиях инвестиционно-строительного комплекса Иркутской области / Л. А. Каверзина // Проблемы соврем. экономики. – 2008. – № 2. – С. 26–31.
6. 10 проблем при составлении бизнес-планов и пути их решения / Бизнес-дайджест Живого Журнала. – 2013. – Режим доступа: <https://business-digest.–livejournal.com/301592.html>. – Дата доступа: 02.04.2019.

СОЗДАНИЕ ПРОЕКТНОЙ КОМАНДЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Гареленко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

По результатам анкетирования, проведенном на предприятии ОАО «ГЛЗ «Центролит», было выявлено, что многие сотрудники в целом недовольны эффективностью работы предприятия (табл. 1). Для того чтобы повысить эффективность деятельности предприятия, предлагается провести мероприятие по внедрению проектной команды, которая позволит не только повысить эффективность деятельности предприятия и разнообразить рабочие обязанности, но и улучшить взаимоотношения между сотрудниками разных отделов.

Таблица 1

Удовлетворенность сотрудников эффективностью деятельности ОАО «ГЛЗ «Центролит»

| Наименование подразделения | Удовлетворенность эффективностью деятельности предприятия |
|----------------------------|---|
| Бухгалтерский отдел | 2,5 – не вполне удовлетворены |
| Финансовый отдел | 3,3 – не вполне удовлетворены |
| Отдел маркетинга | 2,9 – не вполне удовлетворены |
| Экономический отдел | 2,7 – не вполне удовлетворены |
| Отдел сбыта | 2,5 – не вполне удовлетворены |

Многие предприятия в настоящее время внедряют так называемые «проектные команды», которые позволяют не только повысить эффективность деятельности предприятия и разнообразить рабочие обязанности, но и улучшить взаимоотношения между сотрудниками разных отделов.

Команда – небольшое количество человек, которые разделяют цели, ценности и общие подходы к реализации совместной деятельности, имеют взаимодополняющие навыки; принимают на себя ответственность за конечные результаты, способны изменять функционально-ролевую соотношенность; имеют взаимопределяющую принадлежность свою и партнеров к данной общности (группе) [1, с. 289]. Однако работа в команде имеет свои положительные стороны и недостатки (табл. 2).

В отличие от обычных форм организации работ в фирме, командная форма организации работ часто используется в случае нарушения привычного ритма работ (резкое сокращение сроков, проявление неожиданных препятствий, новых явлений и т. п.). Использование командной формы организации работ требует дополнительных материальных ресурсов для поощрения членов команды. Командообразование всегда связано с определенным риском бесполезных затрат, в случае если команда не справится с поставленной задачей.

Периодически предприятиям поступают индивидуальные заказы по производству новой продукции. Для выполнения таких проектов предлагается создание проектной команды. Любая из групп проходит пять основных этапов для того, чтобы стать командой.

На *первом этапе* происходит выявление миссии, целей и задач.

На *втором этапе* формируется структура взаимодействия между членами группы, а также база знаний, для четкого определения необходимо составить индивидуальные планы для всех участников, с учетом их личностных и профессиональных характеристик.

На *третьем этапе* для того, чтобы улучшить взаимодействие между членами группы, необходимо проведение сплочивающих мероприятий. Выполнение этого этапа позволит свести к минимуму конфликтные ситуации внутри группы.

На *четвертом этапе* необходим контроль над деятельностью команды и, при необходимости, ее коррекция.

И на последнем, *пятом этапе*, происходит наблюдение за процессами, которые происходят в группе, включая поддержание командного духа. На этом этапе основной проблемой является отсутствие личностного роста участников команды, поэтому необходимо всячески их стимулировать к внедрению инноваций, периодически проводить опросы и др. [2, с. 53].

Таблица 2

Плюсы и минусы работы в команде

| Плюсы работы в команде | Минусы работы в команде |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Команда делает возможным решение задач, которые не под силу одному человеку. • Создание команды является гарантией, что при выработке решения будут учтены интересы всех сторон. • Сотрудничество в команде специалистов разных подразделений исключает одностороннее влияние одной вышестоящей инстанции. • При работе команды уменьшается риск ошибочного решения. • Работа в команде усиливает готовность и способность руководящих работников всех уровней к сотрудничеству. • Сотрудник, хорошо зарекомендовавший себя при работе в команде, получает дополнительную квалификацию. • Предприятие реализует идеи, которые не возникли бы в рамках обычной организации труда. • Команда предоставляет отдельному работнику и коллективу возможность раскрытия творческого потенциала и его реализации. | <ul style="list-style-type: none"> • Анонимность результатов труда отдельных членов команды может отрицательно сказаться на желании трудиться. • Медлительность. • Работа командой может потребовать дополнительных затрат времени. • Дискуссии, возникающие при работе, отнимают много времени, особенно если отдельные сотрудники не владеют техникой их ведения. Возможны серьезные разногласия. • Работа командой может привести к задержке принятия решения. |

Окончание табл. 2

| Плюсы работы в команде | Минусы работы в команде |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Крупным фирмам команда позволяет рационально использовать возможности специалистов, которые работают над выходящими за рамки задачами. • Для средних и малых компаний командная работа позволяет всесторонне использовать навыки сотрудников | <ul style="list-style-type: none"> • Работа может быть слишком большой нагрузкой |

Исходя из этого, на литейном предприятии предлагается создать проектную группу, которая будет состоять из четырех человек. Данная команда будет заниматься реализацией проектов различных заводов. Для этого необходимо:

1. Разработать миссию, цель и задачи для команды.

Целью данной группы будет являться активное участие в создании новой продукции из серого высокопрочного чугуна для промышленных предприятий.

Основные задачи: разработка необходимой документации; разработка плана по выполнению заказа; своевременное выполнение необходимых расчетов; контроль за выполнением условий на протяжении всей работы.

2. Распределить роли между участниками. У каждого участника данной группы имеются свои обязанности, которые представлены в табл. 3.

Исходя из структуры команды, можно сделать вывод, что принятием заказов, оформлением бумаг и контролем на протяжении всего проекта занимается маркетолог. Технолог просчитывает возможность получения необходимой детали и если это возможно, то инженер определяет сроки изготовления и необходимое оборудование. Экономист рассчитывает стоимость затрат на производство и если проект является выполнимым и выгодным для предприятия, то маркетолог заключает договор, если нет – извещает заказчика.

3. Повышение уровня взаимодействия между участниками команды. Для этого предлагается провести тренинг на сплочение. Цель тренинга – решение конкретных задач: коммуникации, распределения ролей, лидерства. Для такой формы тимбилдинга характерно небольшое число участников, при этом есть объективные предпосылки к тренингу: кризис взаимодействия, старт трудного проекта и т. д. Тренингами по «тимбилдингу» занимаются консалтинговые компании. Поэтому для проведения тренинга необходимо воспользоваться услугами такой фирмы.

4. Наблюдение за работой команды и ее коррекция. На этом этапе необходимо разработать план работы, в котором будут оговорены сроки выполнения проекта. В качестве примера представлены этапы выполнения заказа на ролики от ОАО «Сморгонский завод оптического волокна» с учетом сроков (табл. 4.)

Таблица 3

Структура проектной команды литейного предприятия

| Должность | Обязанности |
|------------|---|
| Маркетолог | Принимает заявку на изготовление продукции, оформляет договор, осуществляет контроль на протяжении всего цикла |
| Технолог | Определяет технологическую возможность получения отливок и заполняет дополнительные данные |
| Инженер | Определяет сроки и участок изготовления отливок, ознакомливает начальника цеха, визирует у замдиректора по производству и передает в ЭО |
| Экономист | Определяет ориентировочную стоимость оснастки и отливки |

**Этапы работы проектной команды по производству продукции
с учетом временных рамок**

| Сроки | Этапы |
|---------|---|
| 1 день | Оформление заказа на производство ролика |
| 1–2 дня | Определение технологической возможности получения формы для отливки ролика. Анализируется и обобщается правильность заключения. |
| 1–2 дня | Определение сроков и участков, необходимых для изготовления роликов, утверждение у замдиректора по производству |
| 1 день | Определение ориентировочной стоимости оснастки и отливки |
| 1–2 дня | Оформляется договор на производство роликов и отсылается заказчику |

Таким образом, можно отметить, что процесс выполнения работы проектной командой занимает около 5–8 дней. За это время члены команды определяют всю необходимую информацию для производства продукции по заказу.

5. Контроль за процессами, происходящими в группе. Основной целью данного этапа является мотивация работников к применению новых методов работы, наблюдение за их удовлетворенностью работой.

Таким образом, это не только сплотит членов проектной команды, но и повысит эффективность работы предприятия в целом, что в итоге может принести финансовые выгоды.

Литература

1. Базаров, Т. Ю. Управление персоналом : учеб. для вузов / под ред. Т. Ю. Базарова, Б. Л. Еремина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 560 с.
2. Картушина, Е. Н. Командообразование как потребность в современном процессе управления персоналом / Е. Н. Картушина // Соц.-экон. явления и процессы. – 2013. – № 23. – С. 53–55.

**ФАКТОРЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ ИННОВАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Я. В. Емельянченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

В соответствии с главной концепцией Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг., инновационный путь развития экономики республики – объективное условие обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития страны. Но для грамотного проведения стратегии инновационного развития следует учитывать особенности, потенциал и специфику развития каждого региона. Гомельская область в качестве объекта исследования была выбрана не просто так. Этот регион является одним из наиболее индустриально развитых регионов страны, а также вносит значительный вклад в инновационное развитие всей страны.

Согласно исследованию, проведенному нами ранее [1], за последние пять лет (с 2013 г. по 2017 г.) удельный вес инновационно-активных организаций промышленности Гомельской области в общем числе обследованных организаций промышленности снизился с 18,5 до 15,2 %. При этом удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) в общем объеме отгруженной продукции (работ услуг) за исследуемый период увеличился на 12,5 п. п. и составил 33,7 %. Другими словами, на фоне позитивной тенденции наращивания масштабов инновационной деятельности отдельных организаций региона общая инновационная активность организаций в Гомельской области достаточно низкая.

Выделяют три группы факторов, препятствующих инновационной деятельности: экономические, производственные и др. В соответствии с этим делением проведем оценку числа организаций Гомельской области, основным видом экономической деятельности которых является производство промышленной продукции, оценивших отдельные факторы, препятствующие инновациям, как основные или решающие (табл. 1). В качестве исходных данных будем использовать структурированные отчеты Главного статистического управления Гомельской области, составленные на основании форм статистической отчетности 1-нт (инновация) «Отчет об инновационной деятельности организации».

Таблица 1

Число организаций Гомельской области, оценивших факторы, препятствующие инновациям, как основные или решающие

| Название фактора | Год | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| <i>Экономические факторы</i> | | | | | |
| Недостаток собственных денежных средств | 120 | 129 | 112 | 110 | 112 |
| Недостаток финансовой поддержки со стороны государства | 29 | 30 | 25 | 38 | 41 |
| Низкий платежеспособный спрос на новые продукты | 21 | 22 | 25 | 33 | 33 |
| Высокая стоимость нововведений | 77 | 81 | 71 | 83 | 76 |
| Высокий экономический риск | 43 | 50 | 42 | 54 | 55 |
| Длительные сроки окупаемости нововведений | 45 | 40 | 43 | 58 | 54 |
| <i>Производственные факторы</i> | | | | | |
| Низкий инновационный потенциал организации | 43 | 45 | 38 | 39 | 45 |
| Недостаток квалифицированного персонала | 31 | 29 | 21 | 25 | 29 |
| Недостаток информации о новых технологиях | 17 | 15 | 15 | 21 | 17 |
| Недостаток информации о рынках сбыта | 17 | 15 | 15 | 20 | 19 |
| Невосприимчивость организации к нововведениям | 13 | 13 | 10 | 17 | 18 |
| Недостаток возможностей для кооперирования с другими организациями | 11 | 11 | 9 | 15 | 21 |
| <i>Другие факторы</i> | | | | | |
| Низкий спрос на инновационную продукцию (работы, услуги) | 14 | 15 | 17 | 23 | 21 |
| Несовершенство законодательства по вопросам регулирования и стимулирования инновационной деятельности | 11 | 12 | 10 | 17 | 19 |

Окончание табл. 1

| Название фактора | Год | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Неопределенность сроков инновационного процесса | 17 | 16 | 16 | 21 | 22 |
| Неразвитость инновационной инфраструктуры (посреднические, информационные, юридические, банковские, прочие услуги) | 16 | 21 | 22 | 29 | 23 |
| Неразвитость рынка технологий | 16 | 17 | 20 | 23 | 23 |

Примечание. Собственная разработка автора на основании данных Главного статистического управления Гомельской области.

Как видно из табл. 1, 120 организаций в 2013 г. назвали недостаток собственных денежных средств в качестве основного фактора, препятствовавшего развитию инновационной деятельности в организации. В 2017 г. таких организаций было 112. Однако анализ будет не полным, если мы не дополним данные, представленные в табл. 1, расчетом удельного веса указанных факторов в общем объеме обследованных организаций Гомельской области. Результаты расчетов представим в виде табл. 2.

Таблица 2

Доля организаций, считающих указанные факторы основными или решающими, в общем объеме обследованных организаций Гомельской области

| Название фактора | Год | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| <i>Экономические факторы</i> | | | | | |
| Недостаток собственных денежных средств | 42,9 | 47,4 | 44,1 | 44,5 | 46,3 |
| Недостаток финансовой поддержки со стороны государства | 10,4 | 11,0 | 9,8 | 15,4 | 16,9 |
| Низкий платежеспособный спрос на новые продукты | 7,5 | 8,1 | 9,8 | 13,4 | 13,6 |
| Высокая стоимость нововведений | 27,5 | 29,8 | 28,0 | 33,6 | 31,4 |
| Высокий экономический риск | 15,4 | 18,4 | 16,5 | 21,9 | 22,7 |
| Длительные сроки окупаемости нововведений | 16,1 | 14,7 | 16,9 | 23,5 | 22,3 |
| <i>Производственные факторы</i> | | | | | |
| Низкий инновационный потенциал организации | 15,4 | 16,5 | 15,0 | 15,8 | 18,6 |
| Недостаток квалифицированного персонала | 11,1 | 10,7 | 8,3 | 10,1 | 12,0 |
| Недостаток информации о новых технологиях | 6,1 | 5,5 | 5,9 | 8,5 | 7,0 |
| Недостаток информации о рынках сбыта | 6,1 | 5,5 | 5,9 | 8,1 | 7,9 |
| Невосприимчивость организации к нововведениям | 4,6 | 4,8 | 3,9 | 6,9 | 7,4 |
| Недостаток возможностей для кооперирования с другими организациями | 3,9 | 4,0 | 3,5 | 6,1 | 8,7 |

Окончание табл. 2

| Название фактора | Год | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| <i>Другие факторы</i> | | | | | |
| Низкий спрос на инновационную продукцию (работы, услуги) | 5,0 | 5,5 | 6,7 | 9,3 | 8,7 |
| Несовершенство законодательства по вопросам регулирования и стимулирования инновационной деятельности | 3,9 | 4,4 | 3,9 | 6,9 | 7,9 |
| Неопределенность сроков инновационного процесса | 6,1 | 5,9 | 6,3 | 8,5 | 9,1 |
| Неразвитость инновационной инфраструктуры (посреднические, информационные, юридические, банковские, прочие услуги) | 5,7 | 7,7 | 8,7 | 11,7 | 9,5 |
| Неразвитость рынка технологий | 5,7 | 6,3 | 7,9 | 9,3 | 9,5 |

Примечание. Собственная разработка автора на основании данных Главного статистического управления Гомельской области.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что в 2013–2017 гг. более 42 % организаций Гомельской области, основным видом экономической деятельности которых является производство промышленной продукции, считают главным препятствием в активизации своей инновационной деятельности недостаток собственных денежных средств. Но при этом на поддержку государства тоже не рассчитывают, так как ответ «недостаток финансовой поддержки со стороны государства» в качестве фактора, препятствующего инновациям, выбрали в 2017 г. всего 16,9 % из обследованных организаций.

Вообще в общей структуре рассмотренных факторов наибольший удельный вес занимают экономические факторы. А вот среди производственных факторов хочется выделить «недостаток квалифицированного персонала». Этот фактор в 2017 г. в качестве основного или решающего указали 12 % исследованных организаций. При этом, если проследить динамику данного показателя, то видим увеличение его доли. Это говорит о том, что за последние пять лет организации пришли к выводу, что без инициативного и квалифицированного персонала нельзя активизировать свою деятельность в области разработки и внедрения инновационных проектов.

Проведенное исследование показало, что важнейшими факторами, препятствующими развитию инновационной деятельности в промышленных организациях Гомельской области, являются экономические факторы, а именно: недостаток собственных денежных средств, высокая стоимость нововведений, высокий экономический риск, длительные сроки окупаемости нововведений. Среди производственных факторов выделяют два: низкий инновационный потенциал организации и недостаток квалифицированного персонала. Другие факторы, препятствующие инновациям, в качестве основных или решающих называют менее 10 % обследованных организаций.

Л и т е р а т у р а

1. Емельяненко, Я. В. Анализ показателей инновационной восприимчивости организаций Гомельской области / Я. В. Емельяненко // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Фил. ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2018. – С. 358–360.

АВАРИЯ НА ЧАЭС: РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ОЦЕНКА УЩЕРБА

Ю. А. Захарова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Ермолина

Чернобыльская трагедия является крупнейшей радиационной катастрофой из когда-либо имевших место на Земле. Радиоактивные выбросы после катастрофы на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) достигли многих государств. Наибольшее их количество (по оценкам специалистов, около 70 %) выпали на территорию Беларуси.

В 01 ч 24 мин московского времени 26 апреля 1986 года на четвертом блоке ЧАЭС последовали один за другим два взрыва, которые разрушили перекрытия, сорвали крышу со здания реактора, открыв его активную зону и выбросив в атмосферу большое количество уранового топлива, трансурановых элементов, продуктов деления, бетон, графит. Возник пожар. Радиоактивные вещества достигли высоты 1,8 км и начали перемещаться с воздушными потоками в северо-западном и северном направлении через западные и центральные районы Беларуси.

Формирование радиоактивного загрязнения Беларуси началось сразу же после взрыва реактора. 27–28 апреля 1986 г. территория Беларуси находилась под влиянием пониженного атмосферного давления. 28 апреля во всех областях республики прошли дожди, носившие ливневый характер. С 29 апреля переместившиеся в северном направлении воздушные массы с радиоактивными выбросами в связи со сменой направления движения воздушных потоков начали перемещаться из Прибалтики на Беларусь. Такой перенос воздушных потоков сохранялся до 6 мая. С 8 мая произошло повторное изменение направления движения воздушных масс, и их траектория вновь проходила от Чернобыля в северном направлении. Таким образом, около 2/3 радиоактивных веществ в результате сухого и влажного осаждения выпали на ее территории. Особенности метеорологических условий в период 26 апреля – 10 мая 1986 г., а также состав и динамика аварийного выброса радиоактивных веществ обусловили сложный характер загрязнения территории республики.

Огромные пространства были загрязнены долгоживущими радионуклидами – ^{137}Cs и ^{90}Sr . Согласно действующему законодательству, одним из критериев отнесения территорий к зоне радиоактивного загрязнения является превышение плотности загрязнения ^{137}Cs величины 37 кБк/м^2 . Такое превышение было установлено на $46,5 \text{ тыс. км}^2$ во всех областях Беларуси. Уровни загрязнения территории ^{90}Sr выше $5,5 \text{ кБк/м}^2$ (законодательно установленный критерий) были выявлены на площади $21,1 \text{ тыс. км}^2$ в Гомельской и Могилевской областях, что составляло 10 % от территории страны.

В результате аварии на ЧАЭС суммарная активность выброса радионуклидов оценивается величиной около $1,85 \cdot 10^{18} \text{ Бк}$. Анализируя пространственный характер выпадений радиоактивных осадков, следует выделить две особенности – масштабность радиоактивного загрязнения и неоднородность распределения радионуклидов по территории.

Авария на ЧАЭС оказала воздействие на все сферы жизнедеятельности человека – производство, здравоохранение, культуру, науку, образование, экономику и др.

Медицинские последствия аварии на ЧАЭС. Оценка состояния здоровья основных категорий пострадавших проводится путем анализа результатов диспансеризации 1,6 млн человек, в том числе 344 тыс. детей, данных, поступающих в Государ-

ственный регистр лиц, пострадавших от Чернобыльской катастрофы (180 тыс. человек), и результатов исследований, выполняемых научными учреждениями Министерства здравоохранения Республики Беларусь в рамках государственных программ и международных проектов.

На состояние здоровья населения оказывает влияние комплекс факторов радиационной и нерадиационной природы, обуславливающий изменение основных тенденций заболеваемости.

Основные факторы Чернобыльской катастрофы, влияющие на здоровье:

1) радиационные – внешнее и внутреннее облучение (дозообразующие радионуклиды йода, цезия, стронция, трансурановых элементов);

2) нерадиационные – социальные, экономические, стресс и восприятие риска.

Социально-экономические последствия аварии на ЧАЭС. В зоне загрязнения находится около 340 промышленных предприятий, условия функционирования которых существенно ухудшились. В связи с отселением жителей из наиболее пострадавших районов деятельность ряда промышленных предприятий и объектов социальной сферы прекращена. Другие несут большие потери и продолжают терпеть убытки от снижения объемов производства, неполной окупаемости средств, вложенных в здания, сооружения, оборудование, мелиоративные системы. Существенными являются потери топлива, сырья и материалов.

Экономический кризис поставил радиоактивно загрязненные территории в особо сложные социально-экономические условия. На них особенно резко проявляются общие черты кризиса: спад производства, отток из этих районов населения, неразвитость потребительского сектора, низкий уровень удовлетворения потребностей в социально-бытовом и медицинском обслуживании населения [1].

Ущерб, нанесенный республике Чернобыльской катастрофой в расчете на 30-летний период ее преодоления, оценивается в 235 млрд долл. США, что равно 32 бюджетам республики 1985 г. (рис. 1).



Рис. 1. Суммарный ущерб, нанесенный Республике Беларусь Чернобыльской аварией 1986 г.

Сюда включены потери, связанные: с ухудшением здоровья населения; ущербом, нанесенным промышленности и социальной сфере, сельскому хозяйству, строительному комплексу, транспорту и связи, жилищно-коммунальному хозяйству; загрязнением минерально-сырьевых, земельных, водных, лесных и других ресурсов; а также дополнительные затраты, связанные с осуществлением мер по ликвидации и минимизации последствий катастрофы и обеспечением безопасных условий жизнедеятельности населения.

В структуре общего ущерба за 1986–2015 гг. наибольшую долю (81,6 %) занимают затраты, связанные с поддержанием функционирования производства и осуществлением защитных мер, которые составляют 191,7 млрд долл. США. На долю прямых и косвенных потерь приходится около 30,0 млрд долл. (12,6 %). Упущенная выгода оценивается в 13,7 млрд долл. (5,8 %).

Исходя из этого, составляющими упущенной выгоды, выраженной в стоимостной форме, являются сокращение объемов выпуска продукции, работ и услуг на загрязненных территориях, стоимость непригодной из-за радиационного загрязнения продукции, дополнительные затраты по восполнению недополученной продукции, затраты на восстановление утраченного качества продукции, потери от расторжения контрактов, аннулирования проектов, замораживания кредитов, выплаты штрафов, пени, неустоек и др. [1].

В Государственной программе Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2016–2020 гг. запланированы мероприятия, которые направлены:

- на дальнейшее снижение риска неблагоприятных последствий для здоровья граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- поддержание на достигнутом уровне защитных мероприятий, осуществление радиационного мониторинга и контроля радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и продукции;
- содействие восстановлению и устойчивому социально-экономическому развитию регионов при безусловном выполнении требований радиационной безопасности;
- научное и информационное сопровождение.

Указаны следующие задачи:

- обеспечение социальной защиты граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- медицинское обеспечение и оздоровление населения;
- продолжение в первоочередном порядке комплекса защитных мер в 366 населенных пунктах, где средняя годовая эффективная доза облучения может превысить 1 мЗв ;
- наведение порядка на территории радиоактивного загрязнения;
- информирование населения [2].

Авария на Чернобыльской АЭС потрясла Беларусь. Чернобыль – трагедия, потребовавшая на многое посмотреть по-новому. Гибель людей, боль их родных и близких, около 100000 человек, сорванных невидимой опасностью радиации со своих родных мест, ущерб природе, экономике. Все это вместе заставляет сделать выводы из апрельской трагедии для того, чтобы она больше никогда не повторилась на белорусской земле.

Л и т е р а т у р а

1. Последствия чернобыльской катастрофы для Беларуси. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/informatsionnyy-tsentr/posledstviya-chernobylskoy-katastrofy-dlya-belarusi/>. – Дата доступа: 02.04.2019.

2. Приложение 14 к Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 гг. и на период до 2020 года (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 10.03.2016 г. № 189) / Технико-экономическое обоснование мероприятий на 2016–2020 гг. Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 годы и на период до 2020 года, включая объемы и источники ее финансирования. – Режим доступа: <http://pda.government.by/upload/docs/file00c451696f7a768d.PDF>. – Дата доступа: 02.04.2019.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. И. Зорька

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Ермонина

Венчурные инвестиции – это инвестиции в проекты, риски которых весьма высоки из-за вероятности потери средств, вложенных в производство новых товаров и услуг или в разработку новой техники и технологий. Такие проекты финансируются венчурными инвесторами в расчете на высокую прибыль в случае успеха проекта.

В современных условиях хозяйствования перед белорусскими предприятиями остро стоит проблема привлечения инвестиций в основной и оборотный капитал. Собственные источники финансирования инвестиций у отечественных предприятий весьма ограничены, а привлечение заемных ресурсов (например, банковского кредита) ведет к образованию существенного долгового бремени из-за высоких процентных ставок, сложившихся в настоящее время.

Развитие экономики Республики Беларусь на современном этапе имеет инновационную направленность, из-за чего изучение зарубежного опыта финансирования инновационной деятельности становится актуальным. Среди стран Европейского Союза лидером по привлечению инвестиций в инновационное развитие экономики является Германия, поэтому ее опыт венчурного финансирования интересен для Республики Беларусь. В Германии роль венчурных фондов взяло на себя государство и частные структуры. Частично используется собственный капитал фирм, частично – заемный, и таким образом компенсируется повышенный риск инвестора. Частные германские и действующие в стране филиалы иностранных компаний, предоставляющие рисковое финансирование, объединены в Немецкую ассоциацию компаний частного долевого и венчурного капитала (BVK). В целом в Германии помимо государственных или «полугосударственных» существует 60 частных венчурных компаний.

В Республике Беларусь развитие законодательства о венчурном финансировании началось в январе 2007 г. с принятием Указа Президента Республики Беларусь № 1 о возможности создания венчурных организаций. Однако, как оказалось, запустить венчурные механизмы не удастся сразу и без ошибок. Поэтому после многочисленных изменений в мае 2010 г. был подписан Указ Президента Республики Беларусь № 252, где Белорусский инновационный фонд (Белинфонд), финансирующий инновационные проекты на возвратной основе, наделен функциями государственного венчурного фонда. С осени 2010 г. заявлено о начале анализа и отбора первых венчурных проектов. В основу построения венчурной индустрии в Республике Беларусь положен опыт соседних стран, таких как Российская Федерация, Республика Татарстан, а также Республика Казахстан. Однако специфика белорусской модели венчурного финансирования через Белинфонд – это финансирование исключительно

высокотехнологических и инновационных проектов, в отличие от соседей. Что касается иностранных венчурных инвесторов, то для деятельности на территории Республики Беларусь иностранные венчурные структуры должны проходить аккредитацию в Государственном комитете по науке и технологиям. С другой стороны, власти намерены всячески способствовать приходу такого рода структур в страну.

Научные исследования экономического потенциала развития венчурной индустрии в Беларуси показали, что существует ряд проблем в данной области: тяжелое налоговое бремя для вновь созданных предприятий, ограничения в инвестировании рискованных проектов для субъектов рынка и потенциальных инвесторов, неотлаженная судебная система, проблемы с защитой прав на интеллектуальную собственность, неразвитая инфраструктура (бизнес-инкубаторы, инновационные центры, инвестиционные, страховые и пенсионные фонды). Однако в Беларусь уже начали обращаться иностранные инвесторы с предложениями профинансировать венчурные проекты. Среди них два инвестиционных фонда из Силиконовой долины, инвесторы из Объединенных Арабских Эмиратов, Катара, России.

Для иностранных венчурных инвесторов в экономике Беларуси привлекательными являются следующие факторы:

1. Наличие законодательства, позволяющего регистрировать венчурные организации и фонды.

2. Льготы по налогу на прибыль при выходе из венчурных проектов, которые получил Белинфонд, что в перспективе повышает вероятность введения данной нормы для всех субъектов венчурной индустрии. Кроме того, на данный момент действует ряд льгот в целом для иностранных инвесторов.

3. Стабильность экономики.

4. Отсутствие коррупции (в особенности по сравнению с нашими ближайшими соседями, Россией и Украиной).

5. Страна переориентирована на инновационный путь развития, и этот переход практически завершен. Что особенно важно, имеется стратегический законодательный документ с утвержденной программой действия для правительства.

6. Уровень науки и технологий в Республике Беларусь имеет достаточный потенциал, чтобы заинтересовать венчурных инвесторов, в том числе иностранных.

Также есть и негативные факторы для развития венчурного бизнеса в стране:

1. Незащищенность права инвесторов в хозяйственных судах, что сдерживает приход иностранных венчурных инвесторов в нашу страну.

2. Отсутствие опыта реализации венчурных проектов национальными компаниями.

3. Незначительная степень поддержки государством до недавнего времени малого предпринимательства, в том числе инновационного (мало создано бизнес-инкубаторов, центров поддержки малого предпринимательства, все еще сложно получить площади, кредиты таким инновационным предприятиям).

4. Очень скудная информация за рубежом о потенциале белорусских научно-технических разработок.

Остальные вопросы, связанные непосредственно с деятельностью венчурных структур, такие как репатриация прибыли, налоговая база, защита прав на интеллектуальную собственность, страхование рисков венчурного проекта, выход из венчурного проекта, вполне решаемы в рамках действующих мер по либерализации экономики.

Как показывает мировой опыт, без целенаправленной государственной поддержки запустить венчурные механизмы очень сложно. Решением данных проблем может стать разработка Концепции венчурного развития страны и принятие соответствующих мер для ее реализации.

Существенная финансовая поддержка рискованного предпринимательства, особенно малых и средних фирм, исходит от бизнес-ангелов, которые объединены в национальную сеть Business Angels Netzwerk Deutschland (BAND), в состав которой входит около 40 региональных подразделений. Обычно члены BAND – это частные инвесторы, которые участвуют собственным капиталом в перспективных новаторских предпринимательствах. Как правило, это финансово независимые предприниматели, которые наряду с финансовой поддержкой оказывают консультирование и передают опыт в сфере управления, привносят новые «сетевые контакты», способствующие появлению новых клиентов и инвесторов. Размер финансового участия отдельных ангелов чаще всего не превышает 500 тыс. евро.

В перспективе и в Республике Беларусь венчурные фонды должны выступить в роли элементов инновационной инфраструктуры, ориентированной на оказание финансовой поддержки инновационно-активным предприятиям. Становление венчурного предпринимательства в Беларуси позволит: обеспечить дополнительный приток инвестиций, в том числе из-за рубежа; реанимировать и существенно активизировать национальный инновационный потенциал; сблизить белорусскую и международную предпринимательскую среду на основе самых современных форм и направлений экономической активности, взаимодействия с непосредственными разработчиками инновационных продуктов; получить с венчурным капиталом не только западные деньги, но и передовой управленческий опыт, обширные деловые контакты, необходимые для международной коммерциализации собственных технологических разработок.

Формировать капитал венчурных фондов в Республике Беларусь предполагается за счет: средств республиканского и местных бюджетов; финансовых ресурсов республиканских министерств и ведомств; части прибыли Национального банка Республики Беларусь; доходов от приватизации государственной собственности; средств различных финансовых фондов, в том числе Белорусского инновационного фонда, а также пенсионных фондов; добровольно перечисляемой прибыли предприятий и организаций, освобождаемых от налогов; добровольных пожертвований физических лиц; денежных средств зарубежных фирм и международных организаций.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что Республика Беларусь обладает большим потенциалом для развития и внедрения венчурного финансирования в различных отраслях. Оно необходимо отечественным предприятиям для успешного осуществления своей деятельности на рынке товаров и услуг. Для развития венчурного предпринимательства в Беларуси необходимо:

- расширить правовую базу, с одной стороны, регламентирующую порядок осуществления венчурной деятельности, а с другой – стимулирующую потенциальных инвесторов к участию в ее осуществлении;
- развивать фондовый рынок, так как функционирование венчурной индустрии невозможно в стране без развитого рынка ценных бумаг;
- привлекать инвестиции из-за рубежа посредством распространения информации об инновационных проектах, разработанных в Республике Беларусь;
- значительно увеличить количество субъектов инвестирования – инновационных организаций.

Литература

1. Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 03.04.2019.
2. Воронов, В. А. Основные понятия и термины венчурного финансирования / В. А. Воронов, Л. В. Ивина. – М., 2002.
3. Удальцова, Н. Л. Современные проблемы национальной инновационной системы / Н. Л. Удальцова, Л. С. Пиримова, Я. Е. Трубкина // Креатив. экономика. – 2013. – № 6.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 03.04.2019.
5. Национальный банк Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by>. – Дата доступа: 03.04.2019.

ЗАО «ШТАДЛЕР МИНСК» КАК ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОГО ВЛОЖЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭКОНОМИКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д. А. Исупова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

Транспорт – одна из базовых отраслей, которая формирует инфраструктуру экономики и обеспечивает взаимосвязь ее элементов. Транспорт способен выполнять две роли: потребителя, используя топливо, транспортные средства и иную продукцию отраслей экономики, и работодателя, привлекая трудовые ресурсы страны.

Основу транспортного комплекса Республики Беларусь составляет железнодорожный транспорт. Управление предприятиями железнодорожного транспорта осуществляется Белорусской железной дорогой. Характеристика состояния железнодорожного комплекса на 2017 г.: протяженность железнодорожных путей 5480 км; перевезено 146,3 млн т грузов, что составляет 115,4 % к уровню 2016 г. при задании 114,5 %; грузооборот составил 48538 млн т, при этом рост ввоза на 51 % (увеличение объемов переработки сырья белорусскими нефтеперерабатывающими заводами, перевозок строительных грузов, лома черных металлов, химикатов и др.), а вывоза на 5,7 % (рост экспортных поставок продукции республиканских предприятий строительной отрасли и калийных удобрений). В среднем в сутки пассажирскими поездами перевозилось около 220,7 тыс. человек, в том числе в международном сообщении – 10,2 тыс. человек, межрегиональном – 28,2 тыс. человек, региональном – 172,8 тыс. человек, городском – 9,5 тыс. человек. В 2017 г. Белорусская железная дорога перевезла 80,5 млн человек, что составило 98,5 % к 2016 г. [1, с. 26–34].

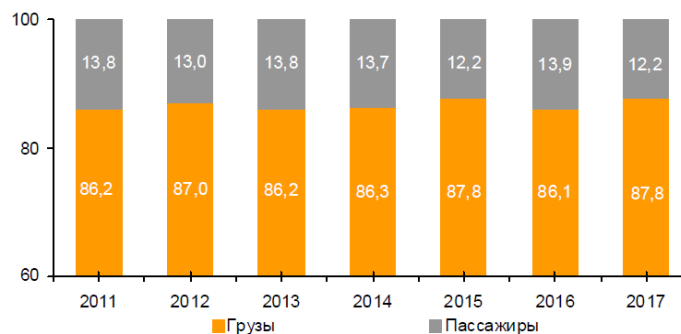


Рис. 1. Структура доходов от перевозок грузов и пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования (в процентах к итогу)

Источник: [2, с. 55].

Развитие инфраструктуры и обновление подвижного состава железнодорожного транспорта является одним из ключевых приоритетов инвестиционной политики Белорусской железной дороги. Инвестиции представляют собой важнейшие из объективных и необходимых условий экономического развития. Поиск новых путей получения инвестиций и их целесообразное размещение определяет процесс эффективного развития отраслей промышленности и всей страны в целом.

Согласно данным статистического комитета Республики Беларусь, наблюдается следующая динамика чистого поступления прямых иностранных инвестиций (без учета задолженности прямому инвестору за товары, работы, услуги) в отрасль «Транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность»: 2016 г. – 340,6 млн долл. США, 2017 г. – 154,7 млн долл. США, 2018 г. – 217,8 млн долл. США. Вследствие того, что одну из ключевых функций в процессе глобализации выполняет транспортно-коммуникационная инфраструктура, становится очевидна взаимосвязь прогресса на транспорте и степени вхождения любой страны в формирующиеся глобальные системы [3, с. 66–67].

Белорусская железная дорога акцентирует внимание на осуществление инвестиционной деятельности с привлечением зарубежных компаний. С 2013 г. совместно со швейцарской компанией «Stadler Rail Group» Белорусской железной дорогой реализуется проект по поставке электропоездов серии ЭП для эксплуатации как в международном, так и во внутриреспубликанском сообщении. В апреле 2014 г. концерн Stadler запустил в г. Фаниполе Минской области завод по выпуску электропоездов. Стоимость проекта составила 50 млн евро, 100 % акций принадлежит Stadler Rail Group. Деятельность Stadler сосредоточена на производстве железнодорожных подвижных составов, а именно междугородние и высокоскоростные поезда, сочлененные электропоезда регионального и пригородного сообщения, составы для метрополитена, низкопольные трамваи, двухсистемные локомотивы и др. Головной офис компании находится в Швейцарии, заводы расположены в Германии, Польше, Венгрии, Чехии, Италии, Австрии, Нидерландах, Беларуси. В Республике Беларусь подразделение специализируется на производстве железнодорожной техники с широкой колеей, занимается проектированием и выпуском рельсового подвижного состава для городских, пригородных, региональных перевозок, зубчатых железных дорог, а также для межрегиональных и междугородных перевозок.

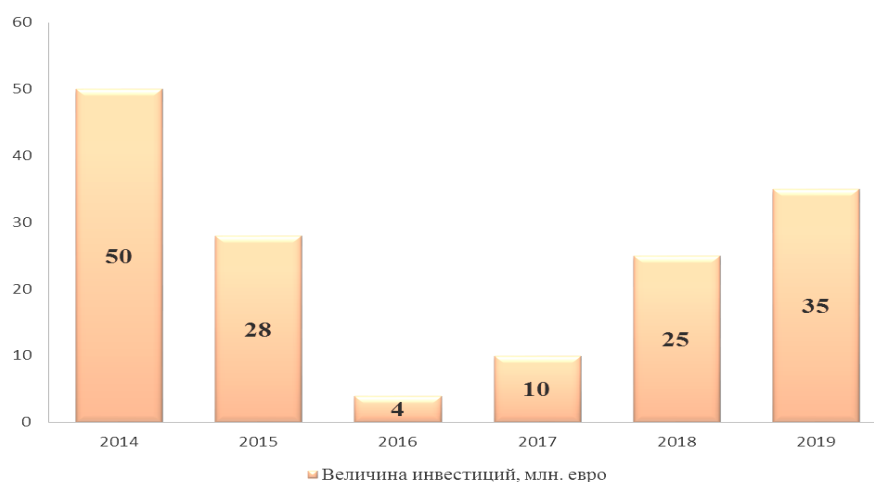


Рис. 2. Инвестиции швейцарской компании Stadler в развитие ЗАО «Штадлер Минск» в период 2014–2019 гг.

Анализируя данные, представленные на рис. 2, можно заметить резкое снижение инвестиций в период 2015–2016 гг., обусловленное финансово-экономическим кризисом. Тогда завод был в кризисном состоянии: во-первых, экономический спад в России и значительная девальвация ее национальной валюты. Как результат, российская компания «Аэроэкспресс» закупила всего 11 поездов вместо 25; во-вторых, отсутствие заказов со стороны Белорусской железной дороги. Однако с 2016 г. наблюдается положительная динамика поступления инвестиций в развитие ЗАО «Штадлер Минск», которая обусловлена стабильной ситуацией с заказами из СНГ и ЕС: появление заказов со стороны России (Санкт-Петербург), Норвегии и Венгрии.

Максимальная производительность завода сегодня – 300 алюминиевых кузовов + 100 стальных секций в год, в будущем прогнозируется увеличение выпуска вагонных кузовов до 450 единиц в год. В конце 2018 г. руководство завода в Палате представителей отметило, что если производительность завода сохранит те же темпы, то скоро достигнет 20 % всех мировых объемов этой международной корпорации.

По направленности рынков сбыта белорусский актив швейцарской корпорации «Stadler» ориентирован на экспорт: Россия, Эстония, Азербайджан, Грузия, Венгрия, Норвегия. В ближайших планах завода поставки продукции в Словению и Боливию. С 2019 г. начнутся работы по сборке 40 вагонов для создания двухэтажных шестивагонных поездов для Венгрии. Во II квартале 2019 г. начнется поставка трамваев в Боливию.

Следует отметить, что сейчас ЗАО «Штадлер Минск» представляет собой не только сборочное производство, изготавливающее продукцию по швейцарским технологиям, но оно также активно развивает конструкторский отдел. Доля отечественных комплектующих колеблется в зависимости от сложности и процесса освоения собираемой техники, например, в пятивагонных поездах и двухэтажных шестивагонных поездах, которые будут поставляться в Норвегию и Венгрию соответственно, их доля относительно невелика. Удельный вес белорусских комплектующих в трамваях и поездах метро, выпускаемых для таких стран, как Россия и Азербайджан, несколько больше. По словам главного инженера компании С. Карповича, из отечественного в трехсекционном трамвае «Чижик» (самом длинном в СНГ – 34 м, пассажироместность – 376 человек) – металлический кузов, алюминиевая и стеклопластиковая обшивка, привод, силовая электроника, стекла, т. е. больше 85 % работок принадлежит именно белорусским конструкторам [4].

Данное сотрудничество решает проблемы рынка труда, так как дает возможность по трудоустройству населения, в 2019 г. прогнозируется увеличение сотрудников до 1 тыс. человек (в 2016 г. в штате компании состояло 500 человек, в 2018 г. около 700 человек). Средняя зарплата на предприятии в 2018 г. превышала 2 тыс. руб. Стажировки в Швейцарии и Германии в 2018 г. проходили более 20 человек.

Таким образом, железнодорожный транспорт Республики Беларусь является одним из наиболее важных элементов транспортной системы страны. Процесс привлечения инвестиций всегда будет находиться в приоритете развития отраслей экономики страны. В качестве одной из форм участия иностранного капитала в экономике выделяют предприятия, принадлежащие заграничному вкладчику на 100 %, т. е. уставный капитал на 100 % является иностранным. В качестве примера такого предприятия в работе был рассмотрен завод ЗАО «Штадлер Минск», являющийся филиалом швейцарской компании «Stadler Rail Group», который направлен на укрепление сотрудничества Республики Беларусь с европейским рынком и Южной Америкой, а это, в свою очередь, способствует повышению статуса страны за счет производства конкурентоспособной и инновационной продукции, а также предоставляет рабочие места населению.

Литература

1. Годовой отчет Белорусская железная дорога, 2017. – 74 с.
2. Беларусь в цифрах 2019 / И. В. Медведева [и др.] ; под общ. ред. И. В. Медведевой ; Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : [б. и.], 2019. – 72 с.
3. Транспорт и связь в Республике Беларусь / И. В. Медведева [и др.] ; под общ. ред. И. В. Медведевой ; Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : [б. и.], 2018. – 114 с.
4. «Штадлер» в Беларуси развивается с опережением графика. – Режим доступа: <http://www.belmarket.by/>. – Дата доступа: 31.03.2019.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ В ПРОДВИЖЕНИИ
ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В. В. Кудравец

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

Одной из главных движущих сил происходящих сегодня революционных изменений в методах ведения бизнеса являются информационные технологии. Они стали незаменимым средством взаимодействия всех субъектов рынка, инструментом ведения бизнеса, применяемым для осуществления большинства бизнес-процессов предприятий. Поскольку человечество стало активно использовать интернет-технологии для отдыха, работы и получения информации, то предприятиям пришлось последовать за своими потребителями в новую информационную среду. Именно поэтому интернет-маркетинг превратился в один из самых эффективных способов продвижения продукции [1].

Целью работы является на основании исследования сущности современных методов продвижения продукции с использованием интернет-ресурсов и на примере анализа деятельности ОАО «Гомсельмаш», сформулировать комплекс предложений в сфере продвижения продукции предприятия. Актуальность проведенного анализа выражается в том, что ОАО «Гомсельмаш» является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники, а также важность изучения SMM в постоянном повышении популярности данного метода продвижения [2, с. 236–239].

В ходе данной работы были тщательно проанализированы аккаунты ОАО «Гомсельмаш» в таких социальных сетях, как Вконтакте, Фейсбук и Инстаграм, официальный сайт и качество управления маркетинговой деятельностью на данном предприятии. Использовались методы сравнительного, вертикального и горизонтального анализа. Вследствие этого было выявлено, что наиболее эффективной формой рекламы для ОАО «Гомсельмаш» является участие в специализированных выставках и разнообразная интернет-реклама. Эффективность интернет-рекламы ОАО «Гомсельмаш» представлена на рис. 1.

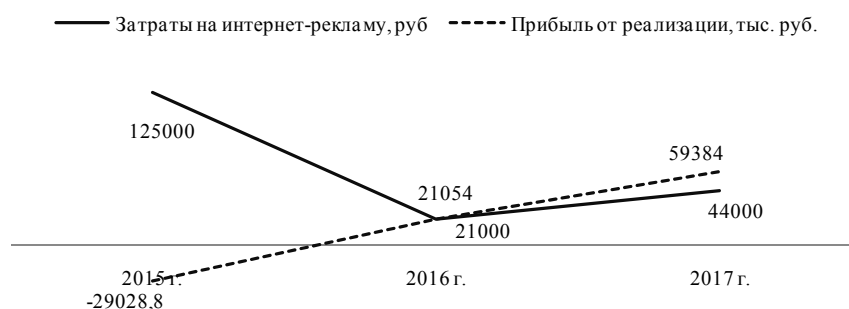


Рис. 1. Эффективность интернет-рекламы ОАО «Гомсельмаш»
Примечание. Разработано автором на основе отчетности предприятия.

Исходя из рис. 1 видно, что в 2015 г. интернет-реклама была неэффективной, так как предприятие сработало с убытками. В 2016–2017 гг. эффективность интернет-рекламы подтверждена прибылью от реализации в размере 59384 тыс. р.

ОАО «Гомсельмаш» имеет свой сайт, на котором можно ознакомиться с продукцией предприятия, сервисной программой, узнать историю развития предприятия, проводимые акции, контактные данные и т. д.

При анализе веб-сайта компании можно отметить хорошее информационное обеспечение и красочность в оформлении. Навигация осуществляется простым переходом по ссылкам в верхней части страницы. Чуть ниже расположено информационное поле, которое включает в себя информацию о значимых событиях, показываю-ются слайдами фотографии продукции, перечисляются основные преимущества данного предприятия перед своими конкурентами, а также ярко проводится агитация сотрудничества дилерской сети.

При проведении анализа статистики сайта с помощью инструментов поисковых систем было выявлено, что количество просмотров больше, чем количество посетителей, притом этот показатель варьируется не в одинаковой мере за 2017 г. Это все свидетельствует о недостаточном проявлении интереса посетителей к данному виду продукции, поэтому для большего привлечения возможно расширить контент ссылок на сайт ОАО «Гомсельмаш». Основными странами, интересующимися данным видом продукции, являются в основном Россия (33,3 %) и Беларусь (29,5 %), также они являются основными рынками сбыта ОАО «Гомсельмаш», поэтому недостатком сайта рассматриваемого предприятия можно отнести также малое количество посетителей стран Дальнего Зарубежья. Но в настоящее время данное предприятие расширяет свои рынки, включая Казахстан и Украину, что является положительной тенденцией.

Помимо этого, стоит отметить наличие русского, английского, испанского и китайского оформления. Также сайт ОАО «Гомсельмаш» имеет мобильную версию, что намного упрощает пользование страничкой через смартфоны или планшеты.

К недостаткам можно отнести малое количество посетителей стран Дальнего Зарубежья и большой перевес количества просмотров над посетителями, а также отсутствие казахстанского и чешского оформления сайта, так как данные страны являются одними из основных потребителей продукции ОАО «Гомсельмаш» на внешнем рынке.

Далее целесообразно проанализировать главный элемент SMM предприятия – его деятельность в социальных сетях. ОАО «Гомсельмаш» имеет аккаунты в таких

социальных сетях, как «ВКонтакте», «Facebook» и «Instagram». Данные о пользовательской активности в описанных социальных сетях на страницах предприятия за январь–март 2019 г. представлены в таблице.

**Данные о пользовательской активности в социальных сетях
на страницах ОАО «Гомсельмаш» за январь–март 2019 г.**

| Показатель | Январь 2019 г. | Фев- раль 2019 г. | Март 2019 г. | Откло- нение, +/- |
|--|-------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| «ВКонтакте» | | | | |
| Среднее количество записей за месяц | 30 | 28 | 24 | -4 |
| Среднее количество лайков за месяц | 154 | 146 | 140 | -6 |
| Среднее количество репостов за месяц | 27 | 41 | 43 | 2 |
| Среднее количество новых подписчиков за месяц | 65 | 68 | 71 | 6 |
| Среднее количество уникальных посетителей за месяц | 385 | 315 | 302 | -83 |
| «Facebook» | | | | |
| Среднее количество записей за месяц | 31 | 28 | 22 | -6 |
| Среднее количество лайков за месяц | 102 | 75 | 76 | 1 |
| Среднее количество репостов за месяц | 74 | 125 | 82 | 1 |
| Среднее количество новых подписчиков за месяц | 36 | 35 | 39 | 3 |
| Среднее количество уникальных посетителей за месяц | 210 | 182 | 175 | -35 |
| «Instagram» | | | | |
| Среднее количество записей за месяц | 30 | 28 | 25 | -3 |
| Среднее количество лайков за месяц | 165 | 150 | 155 | 5 |
| Среднее количество новых подписчиков за месяц | 68 | 75 | 71 | 3 |

Примечание. Данные социальных сетей «ВКонтакте», «Facebook», «Instagram»

По данным таблицы в январе–марте 2019 г. наблюдается достаточный уровень активности администраторов социальных сетей, выраженный недостаточно большим числом записей на страницах предприятия – 25–30 в месяц. Такая активность обусловлена тем, что функции ведения страниц в социальных сетях являются дополнительными обязанностями работников отдела перспективного планирования.

Также в январе–марте 2019 г. был определен низкий уровень пользовательской активности – лайков, репостов и посещений, что вызвано отсутствием практики использования инструментов маркетинга социальных сетей – таргетинговой рекламы, взаимных репостов с другими группами и др.

Чтобы исправить выявленные недостатки, можно предложить ОАО «Гомсельмаш» реализовать следующие мероприятия:

1) увеличение объемов реализации путем использования инструментов таргетинга в социальных сетях «ВКонтакте» и «Facebook», а также объемов сбыта путем использования сервиса «Товары» социальной сети «ВКонтакте» [3, с. 150–158];

2) повышение эффективности использования маркетинговых инструментов социальных сетей путем введения должности специалиста по рекламе;

3) продвижение сайта с целью выхода на внешние рынки для получения дополнительной выручки;

4) баннерная реклама в Интернет с целью улучшения коммуникационной политики предприятия и получения выручки.

Все предложенные мероприятия имеют экономическое обоснование и поэтому могут быть рекомендуемы к реализации, так как они нацелены на совершенствование процесса продвижения продукции с использованием интернет-ресурсов ОАО «Гомсельмаш», а также на улучшение процесса управления и контроля маркетинга в данной сфере. Следует отметить, что данные проекты прогнозируют увеличение прибыли ОАО «Гомсельмаш» – это является положительным эффектом как для самого предприятия, так и для экономики Республики Беларусь в целом.

Литература

1. Горбунова, М. А. Всемирная паутина как инструмент маркетинговых коммуникаций в современных компаниях // *Вопр. экономики и управления*. – 2015. – № 2. – С. 68–70.
2. Котлер, Ф. *Маркетинг менеджмент. Экспресс-курс* / Ф. Котлер ; пер. с англ. под ред. С. Г. Божук. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 464 с.
3. Халилов, Д. *Маркетинг в социальных сетях* / Д. Халилов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 240 с.

ТЕХНОЛОГИЯ DIGITAL WORKPLACE КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

А. П. Паршина

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск

Современные возможности дигитализации различных кадровых процессов и функций демонстрируют качественные изменения в управлении человеческими ресурсами. Сокращается время на выполнение рутинных операций; упрощаются процедуры по набору персонала; повышается оперативность учета и освоения новейших принципов ведения документооборота и т. д. В результате уменьшаются временные потери, снижаются риски и минимизируются различные ошибки, образованные человеческим фактором.

Одной из ключевых тенденций цифровой трансформации кадровой деятельности, по данным последних исследований компаний Dimension Data и Deloitte, является Digital Workplace (цифровое рабочее место). Это технология создания рабочей среды, обеспечивающей высокую эффективность труда сотрудников, внедрение и активное использование современных средств коммуникации в организации между структурными подразделениями [1]. Если ранее зарубежные компании делали основной упор на автоматизацию бизнес-процессов, жестко ограничивая действия пользователя этими рамками, то теперь фокус смещается на самого пользователя и инструменты, позволяющие организовать его эффективную работу. Создается специальная информационная среда (цифровое рабочее место), в которой сотрудник становится потребителем контента и сервисов, необходимых именно ему «в нужное время в нужном месте» [2]. По словам Клауса Холсека, вице-президента Microsoft в Западной Европе, «в будущем успешными будут те компании, которые сломают барьеры между людьми, их рабочим местом и технологиями, а также дадут возможность сотрудникам быть продуктивными и креативными, где бы они ни находились. <...> Это требует такой корпоративной культуры, которая ставит на первое место именно людей» [3].

Концепция цифрового рабочего места включает четыре составляющие:

- сотрудничество – установление продуктивных деловых отношений внутри и за пределами рабочих групп и обеспечение обмена знаниями и опытом;
- технологии – цифровой инструментарий, необходимый для поддержки конкретного цифрового рабочего места (в зависимости от потребностей и специфики деятельности организации);
- контроль – эффективное использование технологий на цифровых рабочих местах подкрепляется соответствующими мерами контроля;
- бизнес-драйверы – измеряемая бизнес-ценность (сферы использования цифрового рабочего места) [4, р. 5].

Ключевыми технологиями Digital Workplace являются мобильные технологии, BYOD, виртуальный офис. BYOD дает возможность сотрудникам выбрать свой рабочий инструмент (компьютер, ноутбук, мобильное устройство), а также интегрировать его с ИТ-инфраструктурой организации [5], а повсеместное использование мобильных технологий (и заказчиками, и клиентами компаний) объясняет широкое распространение мобильных приложений и сервисов.

Согласно результатам исследования компании Dimension Data, 39 % зарубежных предприятий имеют полную стратегию цифрового рабочего пространства, 40 % – элементы стратегии (средства коммуникации и совместной работы, мобильность и т. п.), 17 % только планируют разработать ее в течение следующих двух лет. И только 4 % не имеют непосредственных планов в этой области [6].

Американские организации значительно продвинулись в применении технологии Digital Workplace. Главной движущей силой их инициатив является повышение производительности труда сотрудников, гибкий график работы и набор высококлассных специалистов (64 % респондентов ожидают, что это поможет их привлечь и сохранить) [7, р. 4]. Наблюдается также общая тенденция к аутсорсингу управления сложными системами третьими сторонами: 34 % опрошенных развернули средства связи WebEx и настольные видеоконференции в своих собственных средах облаков, 13 % полагаются на их размещение в облачных средах сторонних компаний.

Большинство европейских организаций (даже крупных) не имеют комплексной стратегии Digital Workplace. При этом они (более 70 %) нуждаются в поддержке со стороны внешних партнеров при планировании, разработке, развертывании и использовании технологических решений на рабочем месте. Основной движущей силой стратегии цифрового рабочего места в европейских организациях (50 %) является мобильность, а 42 % утверждают, что мобильные устройства и приложения, работающие на них, значительно улучшили бизнес-процессы.

В России цифровое рабочее место пока не приобрело большого распространения. Внедрение происходит в основном на базе Интранета, Facebook и т. д.

Наиболее известными программами Digital Workplace в настоящий момент являются Slack, Workplace Facebook, Microsoft Teams и др. На постсоветском пространстве довольно часто используется программа Bitrix24 (облачный сервис и корпоративная версия), а также система виртуальных офисов Regus, созданная в Брюсселе и используемая более чем в 120 странах мира. Например, цифровое рабочее место на платформе Microsoft Teams помимо стандартных предоставляет как рядовым сотрудникам, так и администраторам следующие «бонусные» возможности: простую интеграцию с приложениями и службами Microsoft, включая наземные сервисы и службы (AD и др.); поддержку форматов Microsoft Office и PDF; доступность для малого и среднего бизнеса благодаря гибкой системе лицензирования и низкой стоимости.

Digital Workplace обеспечивает новые, более эффективные методы работы, повышает вовлеченность персонала, использует стили и технологии, ориентированные на потребителя [2].

Литература

1. Rewriting the rules for the digital age: Deloitte Global Human Capital Trends // Deloitte – 2017. – Mode of access: https://distanza.ru/wp-content/uploads/2017/03/2017_Deloitte_Global_Human_Capital.pdf. – Date of access: 24.01.2019.
2. Цифровое рабочее место: повышаем эффективность и вовлеченность сотрудника // Vc.ru. – Режим доступа: <https://vc.ru/flood/37714-cifrovoe-rabochee-mesto-povyshaem-effektivnost-i-vo vlechennost-sotrudnika>. – Дата доступа: 21.01.2019.
3. Цифровое рабочее место: что же это на самом деле? // Habr – 2017. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/supereon/blog/320384/>. – Дата доступа: 12.02.2019.
4. The digital workplace: Think, share, do. Transform your employee experience // Deloitte. – Mode of access: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/human-capital/The_digital_workplace.pdf. – Date of access: 05.02.2019.
5. Цифровое рабочее место – трансформация современного предприятия // Real ITSM. – Режим доступа: <https://realitsm.ru/2017/07/cifrovoe-rabochee-mesto-transformaciyasovremennogo-predpriyatiya/>. – Дата доступа: 07.02.2019.
6. The Digital Workplace Report: Transforming Your Business // Dimension Data. – Mode of access: <https://www.dimensiondata.com/en/microsites/-/media/95C5923C59FD4437B870929D3396F891.ashx>. – Date of access: 07.02.2019.
7. The Digital Workplace Report: Transforming Your Business: United States // Dimension Data. – Mode of access: <https://www.dimensiondata.com/en-US/microsites//media/8417BB9A90DD4608B3B19C91C8E801DD.ashx/>. – Date of access: 07.02.2019.

ДОХОДЫ НАСЕЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМА НЕРАВЕНСТВА В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ДОХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

К. С. Семенова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. К. Ландова

Самый важный показатель в рыночной экономике, позволяющий оценить возможности человека или семьи, – это доход. Доход определяет степень удовлетворения потребностей человека, его политические убеждения.

В современной рыночной экономике доходы граждан формируются главным образом за счет реализации принадлежащих им факторов производства — труда, капитала, предпринимательских способностей, а также части природных ресурсов, в частности земли. Другим источником дохода являются пособия по безработице, пенсии по старости и иные выплаты.

Люди получают доходы в результате предоставления находящихся в их собственности факторов производства (своего труда, капитала, земли) в пользование фирмам для производства нужных людям благ либо вкладывают эти ресурсы в создание собственных фирм. В таком механизме формирования доходов изначально заложена возможность их неравенства. Причинами этого являются: разная ценность принадлежащих людям факторов производства, разная успешность использования факторов производства, разный объем принадлежащих людям факторов производства, разные возможности самих людей.

Таким образом, доход – это сумма денежных средств, которую получают граждане в виде заработной платы, гонорара, процента, дивиденда, предпринимательской

прибыли, ренты, а также трансфертных платежей в течение определенного времени, обычно одного года.



Рис. 1. Структура денежных доходов
Источник: [1].

Структура доходов изменилась по сравнению с аналогичным периодом прошлых лет: объем оплаты труда в 2017 г. составлял 63 %, это на один процентный пункт выше, чем в 2016 г. и на 1,2 % ниже, чем в 2018 г.; доходы от предпринимательской и иной деятельности, приносящей доход, составляют 8,2 % в 2017 г., это выше на 0,2 %, чем в 2016 г., и выше на 0,3 %, чем в 2018 г.; трансферты населению (пенсии, пособия, стипендии и другие трансферты населению) в 2017 г. составили 23,7 %, и это ниже на 0,5 % по сравнению с предыдущим годом, в 2018 г. они составляют 23,4 %; доходы от собственности и прочие доходы – понизились, в 2017 г. – 5,1 %, в то время как в 2016 г. они составляли 5,8 %, а в 2018 г. – 4,5 %.

Основной проблемой является проблема неравенства благосостояния, а также порождаемого ею социального напряжения в обществе.

Неравенство доходов может достигать огромных масштабов и создавать угрозу для политической и экономической стабильности в стране.

Увеличение неравенства в доходах не только усиливает социальную напряженность в обществе, но и подрывает предпринимательскую активность, снижая потенциал экономического роста. Экономический рост и бедность взаимосвязаны: снижение уровня бедности определяется ростом экономики, возможность иметь более высокие доходы стимулирует экономический рост.

До недавнего времени методологической основой данной взаимосвязи являлась гипотеза С. Кузнецца: с ростом экономики неравенство в распределении доходов сначала увеличивается, затем после достижения определенного уровня доходов на душу населения начинает постепенно сокращаться. Многочисленные эмпирические проверки, проводившиеся различными исследователями по материалам выборок по развивающимся и развитым странам, находили подтверждение этой гипотезы. Однако, исследуя период 1980–2000 гг., специалистами было обнаружено, что в некоторых странах увеличение неравенства происходило на фоне не роста, а падения, высокие

темпы роста достигались при изначально невысокой дифференциации доходов населения [2, с. 191].

Бедность – состояние нужды, нехватки жизненных средств, не позволяющее удовлетворить насущные потребности индивида или семьи [3].

Есть несколько методов измерения бедности: концепция прожиточного минимума; концепция относительной бедности; концепция аккумулированной депривации; концепция бедности как самооценки.

В Беларуси в качестве границы бедности выступает бюджет прожиточного минимума.

Прожиточный минимум – это минимальный набор материальных благ и услуг, необходимых для обеспечения жизнедеятельности человека и сохранения его здоровья. Он ориентирован на низший (физиологический) уровень потребления, что находит отражение в ограниченном количестве товаров и услуг в каждой товарной группе.

Бюджет прожиточного минимума – стоимостная величина прожиточного минимума плюс обязательные платежи и взносы. Он рассчитывается в среднем на душу населения и по основным социально-демографическим группам.

Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 19 июля 2018 г. № 61 утверждены следующие размеры бюджета прожиточного минимума в среднем на душу населения и по основным социально-демографическим группам в ценах июня 2018 г. в расчете на месяц на период с 1 августа по 31 октября 2018 г. в следующих размерах: в среднем на душу населения – 213 бел. р. 67 коп.; трудоспособное население – 236 бел. р. 98 коп.; пенсионеры – 162 бел. р. 58 коп.; студенты – 206 бел. р. 89 коп.; дети в возрасте до трех лет – 135 бел. р. 93 коп.; дети в возрасте от трех до шести лет – 188 бел. р. 95 коп.; дети в возрасте от шести до восемнадцати лет – 231 бел. р. 32 коп. [4].

Уровень малообеспеченности населения Республики Беларусь (в процентах)

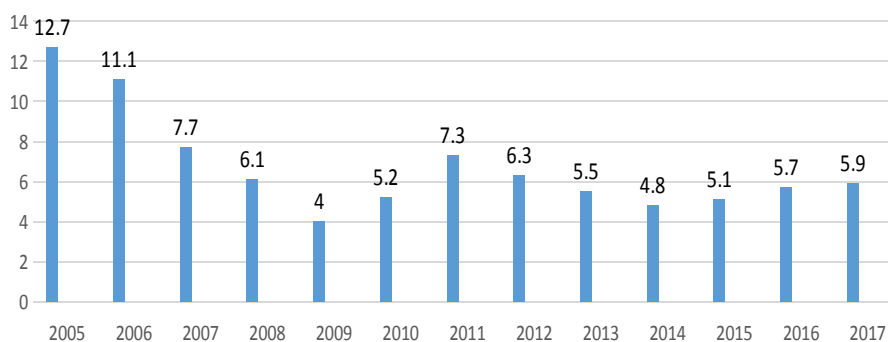


Рис. 2. Уровень малообеспеченности населения
Источник: [1].

В 2005 г. уровень малообеспеченных домашних хозяйств в Беларуси составил 12,7 % от общей численности населения, далее этот показатель снижался в течение пяти лет, и уже в 2010 г. он составил 5,2 %. В 2011 г. резко повысился до 7,3 %. Вплоть до 2014 г. происходит понижение до 4,8 %. В последующие годы показатель постепенно возрастает, в 2017 г. он составил 5,9 %.

По результатам обследования домашних хозяйств Беларуси, показатели уровня обеспеченности населения и домашних хозяйств и населения во II квартале 2018 г. улучшились по сравнению с I кварталом и аналогичным периодом прошлого года.

Так, уровень малообеспеченных домашних хозяйств в Беларуси составил 4,0 % против 4,1 % в I квартале 2018 г. и 4,2 % годом ранее. Удельный вес малообеспеченных семей с детьми до 18 лет составил 8,3 % против 8,4 % в I квартале 2018 г. Во II квартале 2017 г. этот показатель составлял 8,6 %.

Удельный вес населения с уровнем среднедушевых располагаемых ресурсов ниже бюджета прожиточного минимума в Беларуси снизился до 5,7 % во II квартале 2018 г. с 5,9 % в I квартале и во II квартале годом ранее [5].

Л и т е р а т у р а

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 29.03.2019.
2. Жердецкая, Е. С. Неравенство в распределении доходов и экономический рост: поиск взаимосвязи / Е. С. Жердницкая // Вестн. Алтай. гос. ун-та. – 2015. – № 7. – С. 191.
3. Бедность // Энциклопедия «Кругосвет». – Режим доступа: http://www.krugosvet.ru/enc/gumanitarnye_nauki/ekonomika_i_pravo/BEDNOST.html. – Дата доступа: 30.03.2019.
4. Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://mintrud.gov.by/ru/norm1>. – Дата доступа: 30.03.2019.
5. Белрынок. – Режим доступа: <https://www.belrynok.by/2018/08/28/uroven-maloobespechenosti-v-belarusi-snizhaetsya/>.

НАЛОГОВАЯ ПОЛИТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ

К. С. Семенова, М. В. Смирнова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Ермолина

Рассмотрены понятия налогов, налоговой политики, налогового механизма, проанализированы цели, задачи и направления развития налоговой политики в Республике Беларусь, рассмотрены перспективы ее дальнейшего реформирования.

В современном цивилизованном обществе налоги являются одним из важнейших инструментов осуществления экономической политики государства.

В связи с этим знание налогового законодательства, порядка и условий его функционирования является неременным условием восприятия налоговой культуры как обществом в целом, так и каждым его членом.

Налоговая политика представляет собой совокупность экономических, финансовых и правовых мер государства по формированию налоговой системы страны в целях обеспечения финансовых потребностей государства, отдельных социальных групп общества, а также развития экономики страны за счет перераспределения финансовых ресурсов [1].

Реализация налоговой политики осуществляется через налоговый механизм, который представляет собой совокупность форм и методов налоговых отношений государства и налогоплательщиков [2].

Внутреннее содержание налоговой политики формируется в соответствии с сущностью налогов, паритетом двух функций: фискальной и регулирующей, предполагающих равновесие между общегосударственными, корпоративными и личными интересами.

Элементы налогового механизма – планирование, регулирование, контроль [4].

Налоговое планирование – экономически обоснованная система прогнозов налоговых поступлений с учетом реальных экономических условий. В зависимости от периода различают планирование: оперативное, текущее, долгосрочное, стратегическое.

Основная задача налогового планирования – обеспечить качественные и количественные показатели программ социально-экономического развития страны на базе действующих налоговых законов.

На государственном уровне роль налогового планирования определяет анализ поступления налогов, тенденций и факторов роста налогооблагаемой базы и на этой основе – расчет объемов налоговых поступлений в бюджеты.

Налоговое регулирование – система экономических мер оперативного вмешательства в ход воспроизводственных процессов.

Принципы налогового регулирования: экономическая обоснованность, финансовая целесообразность, сбалансированность интересов.

Основные задачи налогового регулирования – создать общий налоговый климат для внутренней и внешней деятельности организаций, обеспечить преференциальные налоговые условия для стимулирования приоритетных отраслевых и региональных направлений движения капитала.

Налоговое регулирование осуществляется разными способами (льготы и санкции) и методами (инвестиционный налоговый кредит, отсрочка, рассрочка, трансферты и др.).

Важное средство осуществления политики государства в области регулирования доходов – налоговая ставка. Она определяет процент налоговой базы или ее части, денежная оценка которой является величиной налога. Изменяя ее, правительство может, не изменяя всего массива налогового законодательства, а лишь корректируя установленные ставки, проводить налоговое регулирование [4].

Конечная цель налогового регулирования – уравновесить интересы трех субъектов: государства, хозяйствующих субъектов и граждан.

Налоговый контроль – комплекс мероприятий по анализу причин отклонений от запланированной величины налоговых поступлений в целях принятия решений о проведении корректирующих мероприятий в области налогообложения, направленных на приближение фактического исполнения к запланированному (рис. 1). Правильно сформированная налоговая политика и достаточно отлаженный налоговый механизм, учитывающий требования к его построению и функционированию, – это необходимое условие эффективного налогообложения [4].

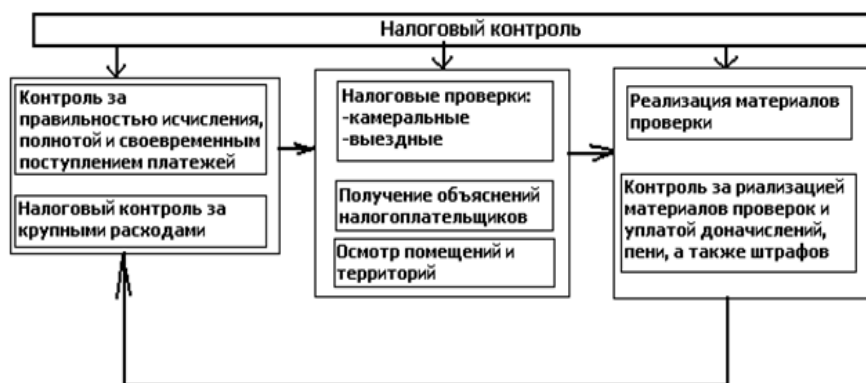


Рис. 1

Республика Беларусь ставит перед собой задачу – разработать результативную налоговую политику и построить налоговую систему, которая обеспечит экономический рост.

Налоговая политика Республики Беларусь на современном этапе проводится в соответствии с целями и приоритетами, определенными в программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. В основных положениях этой программы определены главные направления развития налоговой политики.

Бюджетно-налоговая политика в текущей пятилетке будет направлена на повышение эффективности использования бюджетных средств и их концентрацию на приоритетных направлениях социально-экономического развития, дальнейшую оптимизацию налоговой системы.

Мероприятия в области налоговой политики будут направлены на поддержание оптимального уровня налоговой нагрузки на экономику, стимулирующего экономический рост. Уровень налоговой нагрузки не увеличится и составит не более 26 % от ВВП.

Для достижения данной цели предполагается:

- введение моратория на ухудшение налогового законодательства;
- повышение эффективности налоговой системы для стимулирования инвестиционной и инновационной активности;
- совершенствование подходов к взиманию налога на недвижимость и экологического налога;
- освобождение от налога на добавленную стоимость внутрихолдинговых оборотов товаров (работ, услуг);
- обеспечение перехода на электронное обслуживание плательщиков.

Будет введен институт «налоговых депозитов», стимулирующих вывод доходов и капитала из тени. Резидентам Республики Беларусь, задекларировавшим доходы свыше установленной государством суммы и заплатившим с них налоги, будет гарантировано безусловное сохранение налоговой и коммерческой тайны.

Уровень налоговой нагрузки не увеличится и составит не более 26 % от ВВП [3].

На данный момент налоговые поступления Беларуси формируют свыше 70 % доходной части бюджета.

Следует отметить, что такие налоги, как налог на прибыль и доходы, НДС, таможенные пошлины, акцизы, налог на недвижимость, являются основными источниками бюджета, они доказали свою эффективность и в фискальном плане, и в качестве стимулирующего инструмента.

Обеспечение устойчивого экономического роста органично связано с преобразованием финансовой системы, включая бюджетно-налоговую, кредитно-денежную и ценовую политику. В связи с этим, наряду с другими методами государственного регулирования, налоговая политика должна соответствовать основным направлениям социально-экономического развития республики и обеспечить устойчивый экономический рост, расширение экспорта и повышение конкурентоспособности белорусских товаров на внешних рынках, рост реальных денежных доходов населения и социальную стабильность. Реформирование налоговой системы должно базироваться на определенной государственной концепции налогообложения, учитывающей объективные факторы экономического развития, характеризоваться взаимосвязанными изменениями налогового законодательства и масштабностью осуществляемых правительством экономических мероприятий.

Так, в последние годы в Республике Беларусь большое внимание уделяется вопросам снижения ставок налогов и других обязательных платежей.

В настоящее время в Беларуси происходит работа по комплексной корректировке Налогового кодекса, основная цель которой – усовершенствование администрирования налоговой системы, облегчение порядка исчисления и уплаты налогов, снижение налоговой нагрузки. С целью создания максимально комфортных условий взаимодействия между плательщиками и налоговыми органами активно вводятся современные форматы обслуживания, электронный документооборот, новые электронные сервисы.

Таким образом, благополучное осуществление перечисленных положений приблизит налоговую политику страны к международным стандартам, позволит более эффективно использовать бюджетно-налоговый механизм для повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Литература

1. Пансков, В. Г. Налоги и налогообложение : учеб. пособие для вузов / В. Г. Пансков. – 7-е изд., доп. и перераб. – М. : МЦФЭР, 2006. – 592 с.
2. Налоги и налогообложение : учеб. пособие для вузов / Д. Г. Черник [и др.] ; под общ. ред. Д. Г. Черника. – М. : Инфра-М, 2001. – 415 с.
3. Белорусское телеграфное агентство. – Режим доступа: <http://shod.belta.by/programma/>. – Дата доступа: 25.11.2018.
4. Налогообложение / Налоговый механизм и его элементы. – Режим доступа: <http://tic.tsu.ru/www/uploads/nalog/page14.html>. – Дата доступа 03.04.2019.

ТRENДЫ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА

Д. Д. Ткаченко, И. С. Демидович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Ермолина

Интернет-направление в маркетинге – это одно из самых быстро прогрессирующих и динамически изменяющихся. Это обусловлено тем, что технологии не стоят на месте, постоянно предлагая маркетологам все более совершенные способы осуществления онлайн-продаж и привлечения потенциальных покупателей. Также не стоят на месте и инструменты аналитики, которые не только позволяют отслеживать то, насколько эффективно расходуются бюджеты, но и находить слабые места в самой системе продаж.

Для того чтобы более внимательно рассмотреть уже совершившиеся и грядущие изменения в сфере интернет-маркетинга, предлагается разделить их на четыре группы и подробно рассмотреть каждую из них:

- общие тренды (как изменилась сфера интернет-маркетинга и что нового в ней появилось);
- технологические решения, позволяющие лучше работать с покупателем (как реализуются инструменты онлайн-продаж с технической точки зрения);
- изменения в законодательном регулировании интернет-продажи и обеспечение безопасности в сети;
- методы привлечения потенциальных посетителей и инструменты аналитики [1].

Общие тренды в интернет-маркетинге:

- конкуренция выросла;
- оффлайн «рвется» в интернет;
- законы традиционного маркетинга еще сильнее заработают в интернет-маркетинге;

- доверие к интернет-торговле растет;
 - грядет эра тотальной автоматизации.
- Технологические решения, позволяющие лучше работать с покупателем:
- push-уведомления набирают популярность;
 - почтовые рассылки;
 - автоматические платежи;
 - «нашествие» мессенджеров;
 - видеореклама продолжит набирать обороты;
 - бум дешевой IP-телефонии не прекратился;
 - интеграция интернет-магазина с бухгалтерией.

Изменения в законодательном регулировании интернет-продажи и обеспечение безопасности в сети:

- правительство в значительной мере воспрепятствует покупкам в иностранных магазинах и на иностранных аукционах;
- интернет деанонимизируют;
- интернет-торговлю ждет повышение стандартов качества товаров и обслуживания;
- все больше и больше сайтов переходят на использование HTTPS;
- из интернет продолжит исчезать нелегальный контент.

Методы привлечения потенциальных посетителей и инструменты аналитики:

- в тренде мультиканальность;
- агрегаторы заберут себе часть трафика из поиска;
- мобильная версия станет необходимой;
- продвижение некачественным контентом уйдет в прошлое;
- услуги рекламных агентств подорожают;
- агрессивная политика по захвату места в выдаче;
- акцент на измеримость медийной и видеорекламы – ассоциированные и отложенные конверсии Google Analytics и Яндекс Метрики;
- улучшение работы автоматических стратегий [2].

Персонализированный маркетинг как норма. Персонализированный маркетинг ориентирован в первую очередь на отношения между брендом и потребителем, в соответствии с которыми контент действует как валюта для укрепления доверия.

Лучше меньше, но качественнее. Это одна из основных маркетинговых тенденций 2018–2019. По мере того как контент-маркетинг растет, онлайн публикации корректируют свои модели с учетом этих изменений. Даже за последний год или около того, все больше публикаций смещается от охвата множества широких тем к публикациям в узконаправленных нишах и высококонцентрированному контенту. Маркетинг перестает быть родовым, кастовым, демографическим или расовым. Покупатели ожидают, что им в первую очередь предложат что-то актуальное, послание будет значимым и отправлено им по каналу, который работает именно на них.

Распространение контента – это главное. Контент-маркетинг и эксклюзивный контент всегда оценивались только на основе содержания. «Контент – король маркетинга», однако в нашем мире нет черного и белого. Нужно научиться соблюдать равновесие.

Реклама контента в социальных сетях и блогах занимает ведущие позиции. Именно этот сегмент станет трендом интернет-маркетинга в 2018–2019 гг.

С ростом развития технологий процессы отслеживания интересов клиента станут более точными. Сегодня разрабатываются сложные программы для получения правильных данных. Но в будущем появятся более простые и эффективные аналити-

ческие инструменты, которые помогут маркетологам оценивать успех с точки зрения и культурной значимости.

Самым старым из поколения Z сейчас исполнилось 22 года, и они вошли в рабочую силу. Это поколение людей, которым было, самое большее, девять лет, когда появился Facebook. Они используют Instagram и Snapchat чаще, чем Facebook. Но реальная их ценность заключается в том, что это поколение подростков и молодых людей, которые используют до пяти различных соцсетей в день и не привязаны к какой-либо конкретной платформе. Они интересуются видео и практическими советами.

Бренды, ориентированные на поколение Z, получают неимоверное преимущество. Пост-миллениум поколение будет еще более требовательным, чем его предшественники, и бренды должны будут это признать. Бизнес все больше должен будет охватывать «разговорную торговлю» посредством правильного сочетания автоматизированного обмена сообщениями и взаимодействия с людьми.

Сила пользовательского контента превзойдет силу фирменного, поскольку бренды начинают отказываться от тотального контроля над собственным маркетингом для клиентов. Брендам требуется сильное позитивное воздействие на умы и эмоции потребителей. В связи с этим ставки будут делаться на новые модели создания контента, ориентированного на пользователя. А совместное создание контента между брендами и потребителями станет популярной тенденцией.

В заключение следует отметить, что рассмотрена лишь малая часть тенденций, которые в будущем станут определять работу интернет-маркетологов и зададут новые критерии оценки их эффективности.

В целом можно выделить несколько главных направлений, по которым движется мир интернет-маркетинга: автоматизация всего и вся; повышение безопасности для пользователей; необходимость уделения внимания мелочам, которые определяют положение интернет-маркетолога на рынке в условиях высочайшей конкуренции.

Но на данном этапе развития интернет-маркетинга существует немало проблем: возрастающее недоверие потребителя к рекламе, непрозрачность взаимоотношений между продавцом и покупателем, отсутствие гарантий для покупателя, обеспечивающих его защищенность. И это лишь малая часть проблем [2].

Таким образом, онлайн-рынок будет продолжать развиваться, оставаясь одним из наиболее перспективных полей для ведения предпринимательской деятельности, а значит и наиболее перспективным инструментом получения прибыли [1].

Литература

1. Продвижение, раскрутка и оптимизация сайтов. Создание сайтов. – Режим доступа: <https://itb-company.com/blog/internet-marketing/sovremenyetrandy-internet-marketinga>. – Дата доступа: 26.02.2019.
2. Блокчейн для честного маркетинга. – Режим доступа: <https://vc.ru/26736-blockchaindigital>. – Дата доступа: 11.03.2019.
3. Центр стратегических решений Yourselfbranding. – Режим доступа: <http://yourselfbranding.com/trendy-internet-marketinga-2019/>. – Дата доступа: 03.04.2019.

**ВАЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ УСКОРЕННОЙ
АМОРТИЗАЦИИ В ИННОВАЦИЯХ И МОДЕРНИЗАЦИИ****Ж. И. Насриддинов***Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент*

Научный руководитель А. А. Маматов

На данный момент реформы в Узбекистане направлены на создание благоприятных условий и повышение экономической активности хозяйствующих субъектов, действующих в экономике. Однако без факторов, влияющих на экономическую деятельность, невозможно обеспечить развитие производственных предприятий. Официальные статистические данные и многолетний опыт показывают, что это в основном такие факторы, как нехватка финансовых средств для приобретения современных технологий и технологий для достижения производства инновационных продуктов на предприятиях, а также высокие налоги, снижающие активность в экономике. В результате нехватки средств на предприятиях, работающих в экономике, у них усложняется процесс модернизации в условиях сильной конкуренции. Исходя из потребностей производственных предприятий, одним из способов преодоления этих кризисов является применение амортизационной политики, которая ускоряет использование основного капитала путем регулирования взимаемых налогов.

Для более эффективного развития Республики Узбекистан установлены задачи стратегии действий развития экономики, доли национальной экономики в приоритетных областях либерализации и обеспечение устойчивости, которая включает промышленность, сферу услуг, увеличение доли малого бизнеса и частного предпринимательства.

Это, в свою очередь, определяет изучение всех составляющих экономического ресурсного потенциала страны, включая теоретические и практические аспекты повышения эффективности существующих капиталовложений. Эффективность использования основного капитала в значительной степени основана на расчете амортизационных отчислений, покрывающих их физический и моральный износ, а в условиях научно-технического прогресса применение ускоренных методов, позволяющих предотвратить моральный износ, также будет зависеть от использования этих отчислений в своих целях. Амортизационные отчисления являются не только источником пополнения капитала, но и важным источником экономического роста. Использование методов ускоренной амортизации, с одной стороны, увеличивает данные источники, а с другой – экономически обеспечивает замену имеющегося основного капитала новыми и создает условия для достижения устойчивого экономического роста в будущем. Актуальность этой проблемы также объясняется: необходимостью разработки инвестиционной политики, соответствующей рыночной экономике, в связи с высокой капиталоемкостью большинства продуктов, производимых в стране, и высокой долей морально и физически обесцененного в структуре капитала; оценки научного и теоретического обоснования и практической значимости распределения амортизации для обеспечения непрерывности потоков основного капитала и его эффективности; определения секторов экономики и основных типов капитала, которые могут использоваться в методе ускоренной амортизации и оценки его положительных и отрицательных последствий.

Тот факт, что повышение эффективности национальной экономики при модернизации экономики во многом обусловлено рациональным использованием возможностей накопленного капитала, является необходимым условием для изучения теоретических и практических аспектов теории амортизации и ее ускоренных методов. В современном экономическом развитии республики одним из наиболее важных во-

просов правительства в обеспечении инновационного развития является эффективное использование инвестиций, модернизация производства, обновление с технической и технологической стороны, производство; реализация активной инвестиционной политики, направленной на реализацию проектов в сфере транспорта, связи и социальной инфраструктуры; развитие высокотехнологичных отраслей, прежде всего модернизация и диверсификация отрасли на качественно новом уровне, направленная на ускоренное развитие готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки отечественного сырья, разработка стратегии экономического развития в пяти приоритетных областях Республики Узбекистан на 2017–2021 гг. и в приоритетных областях либерализации.

Состояние основного капитала по различным видам экономической деятельности республики широко варьируется и используется в разных отраслях.

Таблица 1

**Показатели эффективности использования основных фондов
в экономике Республики Узбекистан**

| Показатели | Единица измерения | Годы | | | | |
|---|-------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Валовой внутренний продукт | Млрд сум | 15923,4 | 62388,3 | 171808,3 | 199993,4 | 254043,1 |
| Среднегодовая стоимость основных фондов | Млрд сум | 24041,8 | 79062,8 | 193772,9 | 228826,4 | 278902,4 |
| Эффективность фонда | Сум | 0,66 | 0,79 | 0,89 | 0,87 | 0,91 |
| Вместимость фонда | Сум | 1,51 | 1,27 | 1,13 | 1,14 | 1,10 |

Показатели эффективности использования основных фондов Республики Узбекистан представлены в табл. 1. Эффективность фонда составляет 0,66 в 2005 г., 0,79 в 2010 г., 0,89 в 2015 г., 0,87 в 2016 г. и коэффициент 0,91 в 2017 г. Вместимость фонда составляет 1,51 в 2005 г., 1,27 в 2010 г., 1,13 в 2015 г., 1,14 в 2016 г. и 1,10 в 2017 г. Из этого видно, что эффективность фонда растет в течение этих лет, а вместимость уменьшается.

Каждый год вводятся инвестиции в основной капитал, что приводит к увеличению объема основных средств. Амортизация, рассчитываемая из увеличивающегося основного капитала, также увеличивается. Основываясь на взаимосвязи между этими показателями, их эффективность была следующей.

Инвестиции, приходящие на 1 сум рассчитанной амортизации в 2010 г. составили 0,94 сум, в 2015 г. – 0,79 сум, в 2016 г. – 0,75 сум и в 2017 г. – 0,77 сум. Видно, что с 2010 по 2016 г. наблюдается снижение, а с 2017 г. объем инвестиций в основной капитал увеличился.

Увеличение инвестиций позволит генерировать больше валового внутреннего продукта, т. е. материального и духовного богатства. Рассчитанная амортизация, приходящаяся на 1 сум инвестиций в основной капитал, составит 1,06 сум в 2010 г., 1,27 сум в 2015 г., 1,34 сум в 2016 г. и 1,15 сум в 2017 г.

**Инвестиции в основной капитал и эффективность
рассчитанной амортизации [10]**

| Показатели | Единица измерения | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|-------------------|----------|---------|---------|---------|
| Инвестиции в основной капитал | Млрд сум | 15 338,7 | 41670,5 | 48083,1 | 68423,9 |
| Сумма рассчитанной амортизации | Млрд сум | 16314,5 | 52968,8 | 64356,3 | 78652,0 |
| Инвестиции, приходящие на 1 сум рассчитанной амортизации | Сум | 0,94 | 0,79 | 0,75 | 0,87 |
| Рассчитанная амортизация, приходящаяся на 1 сум инвестиций в основной капитал | Сум | 1,06 | 1,27 | 1,34 | 1,15 |

Источник. Данные Государственного комитета по статистике Республики Узбекистан.

Этот показатель эффективности увеличивался до 2016 г. и снизился в 2017 г., т. е. амортизация, рассчитанная по отношению к основному капиталу, снизилась. Если бы предполагаемая амортизация возрастала, были бы внутренние источники для инвестиций в основной капитал.

Распределение совокупной доли совокупных активов основных отраслей промышленности на конец отчетного периода в Республике Узбекистан отражено в табл. 2, где доля обрабатывающей промышленности является самой высокой за последние годы.

Подводя итог, следует отметить, что, во-первых, использование ускоренной амортизации в экономике приводит к созданию дополнительных необлагаемых налогом источников дохода для предприятий, работающих в экономике.

Во-вторых, амортизационные отчисления являются источником устойчивых выгод и, как следствие, других источников, предотвращают разрушение производства.

В-третьих, амортизационные отчисления являются частными средствами предприятия и могут привести к экономии на выплате различных процентов и повышению эффективности производства.

В-четвертых, наличие амортизационных фондов ускорит развитие предприятий в соответствии с рыночным спросом и процесс модернизации, а также расширит производство и улучшит качество продукции.

В-пятых, в условиях резкого ускорения технического развития в современном мире фактор времени считается основным фактором. Своевременное использование амортизационных фондов помогает предпринимателям избежать роста различных видов налоговых вычетов на основные средства, импортируемые из-за рубежа. Кроме того, ускоренная амортизация позволяет предпринимателям переводить средства, сэкономленные за счет прибыли, в первые годы после внедрения основных средств.

В целом использование методов ускоренной амортизации способствует повышению конкурентоспособности предприятий, работающих в национальной экономике, выпуску продукции рыночного спроса и ускорению процессов модернизации в реальной практике предприятия.

Литература

1. О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан : Указ Президента Респ. Узбекистан, 7 февр. 2017 г., PF-4947. – Ташкент.
2. Александров, Г. А. Оптимизация амортизационных сроков службы и обновления техники / Г. А. Александров. – М., 1995.
3. Мотовилов, Д. В. Источники капитала для финансирования нововведений / Д. В. Мотовилов. – СПб., 1997.
4. Джураев, Т. Т. Теоретические основы увеличения оборота экономических ресурсов и факторы их эффективности / Т. Т. Джураев. – Т. : Экономика–Финансы, 2006.
5. Информация Госкомстата Республики Узбекистан.

**ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДОХОДОВ
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТА****К. Б. Савицкая, А. Ю. Савоневская***Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Селюжицкая

Важнейшей составной частью финансовой системы страны выступают государственные финансы, задача которых состоит в обеспечении государства денежными средствами для выполнения своих экономических, социальных и политических функций.

Значительную роль в финансовой системе государства занимает государственный бюджет, состоящий из двух частей: доходной и расходной.

Формирование доходов бюджетной системы Республики Беларусь является неотъемлемой и одной из важнейших составляющих частей всего процесса управления бюджетной системой. Эффективность управления доходами во многом зависит от точности прогнозной оценки поступлений в бюджет. При этом одна из ключевых задач не только построение точного прогноза, но и выявление факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на значение прогнозной оценки [2, с. 7].

Целью нашей работы является изучение влияния отдельных факторов на изменение общей суммы доходов государственного бюджета в Республике Беларусь. Факторный анализ бюджетных доходов позволяет выявить причины, которые вызывают различные отклонения и изменения данного показателя. Результаты анализа нашего исследования могут быть полезны для принятия управленческих решений, направленных на увеличение уровня доходов.

На изменение общей суммы доходов государственного бюджета влияют такие факторы, как физический объем ВВП, цены и уровень доходов в ВВП.

Индекс физического объема ВВП характеризует темп экономического роста за тот или иной период и исчисляется как соотношение показателей ВВП двух периодов в постоянных ценах, т. е. в ценах базисного периода. Изменение уровня цен оказывает дестабилизирующее воздействие на экономику. Уровень доходов в ВВП характеризует масштабы перераспределительных процессов в экономике страны посредством государства и определяется путем отношения суммы бюджетных доходов к величине валового внутреннего продукта.

Для проведения факторного анализа нам необходимы данные, которые представлены в таблице.

**Показатели доходов государственного бюджета,
ВВП и индекса физического объема ВВП**

| Год | Доходы государственного бюджета (млн р.) | ВВП (в текущих ценах, млн р.) | Индекс физического объема ВВП, процент к предыдущему году |
|------|--|-------------------------------|---|
| 2016 | 28 526 | 94 949 | 97,5 |
| 2017 | 31 651 | 105 748 | 102,5 |

Источник: [2].

Чтобы провести анализ степени влияния данных факторов на доходы государственного бюджета в 2017 г. по отношению к 2016 г., мы провели следующие вычисления.

Для начала рассчитали уровень доходов государственного бюджета за 2016 и 2017 гг., который позволяет проанализировать степень централизации финансовых ресурсов в бюджете страны, а также определили абсолютный прирост (снижение) этого показателя.

$$Y_{Д_{2016}} = \frac{Д_{2016}}{ВВП_{2016}} \cdot 100 = \frac{28526}{94949} \cdot 100 = 30,04 \%;$$

$$Y_{Д_{2017}} = \frac{Д_{2017}}{ВВП_{2017}} \cdot 100 = \frac{31651}{105748} \cdot 100 = 29,93 \%.$$

Абсолютный прирост (снижение) уровня доходов государственного бюджета равен:

$$\Delta Y_{Д} = Y_{Д_{2017}} - Y_{Д_{2016}} = 29,93 \% - 30,04 \% = -0,11 \text{ п.п.}$$

Абсолютное снижение уровня доходов обусловлено изменением таких показателей, как сумма бюджетных доходов (1) и стоимость ВВП (2):

$$\begin{aligned} \Delta Y_{Д_{Д}} &= \left(\frac{Д_{2017}}{ВВП_{2017}} - \frac{Д_{2016}}{ВВП_{2017}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{31651}{105748} - \frac{28526}{105748} \right) \cdot 100 = 29,93 \% - 26,98 \% = \\ &= 2,95 \text{ п.п.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y_{Д_{ВВП}} &= \left(\frac{Д_{2016}}{ВВП_{2017}} - \frac{Д_{2016}}{ВВП_{2016}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{28526}{105748} - \frac{28526}{94949} \right) \cdot 100 = 26,98 \% - 30,04 \% = \\ &= -3,06 \text{ п.п.} \end{aligned}$$

Таким образом, рассчитав уровень доходов государственного бюджета в отчетном году по отношению к базисному, мы определили, что он снизился на 0,11 п. п. Несмотря на то что наблюдается увеличение суммы доходов государственного бюджета на 2,95 п. п., снижение уровня доходов произошло за счет изменения условной величины уровня доходов в ВВП, которая оказалась ниже отчетной величины уровня доходов на 3,06 п. п.

Стоимость ВВП, как известно, изменяется под влиянием физического объема и цен на товары и услуги. В связи с этим можно разложить абсолютный прирост (снижение) номинальной суммы доходов, вызванный изменением стоимости ВВП, на эти

две величины, выделив абсолютный прирост, обусловленный изменением количества товаров и услуг и изменением цен.

Для проведения факторного анализа динамики доходов государственного бюджета мы также использовали следующую индексную мультипликативную модель, которая имеет вид:

$$I_{\text{Д}} = I_{q_{\text{ВВП}}} * I_{p_{\text{ВВП}}} * I_{y_{\text{Д}}}.$$

Расчет влияния факторов на абсолютный прирост доходов производится с использованием стандартного алгоритма решения многофакторных мультипликативных моделей. Мы же применили упрощенную схему (с помощью индексов), учитывая, что на первом месте в модели стоит количественный фактор:

$$\Delta D_{q_{\text{ВВП}}} = D_0 (I_{q_{\text{ВВП}}} - 1);$$

$$\Delta D_{p_{\text{ВВП}}} = D_0 I_{q_{\text{ВВП}}} (I_{p_{\text{ВВП}}} - 1);$$

$$\Delta D_{y_{\text{Д}}} = D_0 I_{q_{\text{ВВП}}} I_{p_{\text{ВВП}}} (I_{y_{\text{Д}}} - 1).$$

Прежде чем перейти к расчету степени влияния факторов, мы рассчитали абсолютный прирост (снижение) бюджетных доходов, он составил:

$$\Delta D = D_{2017} - D_{2016} = 31651 - 28526 = 3125 \text{ млн р.},$$

в том числе вызванный изменением:

1) физического объема ВВП:

$$\Delta D_{q_{\text{ВВП}}} = D_0 * \Delta I_{q_{\text{ВВП}}} = 28526 \cdot 0,025 = 713,15 \text{ млн р.};$$

2) цен:

$$\Delta D_{p_{\text{ВВП}}} = D_0 * I_{q_{\text{ВВП}}} * \Delta I_{p_{\text{ВВП}}} = 28526 \cdot 1,025 \cdot 0,08657 = 2531,23 \text{ млн р.},$$

где $I_{p_{\text{ВВП}}} = I_{pq_{\text{ВВП}}} / I_{q_{\text{ВВП}}} = \frac{105748}{94949} / 1,025 = 1,11373 / 1,025 = 1,08657$, или 108,657 %;

3) уровня доходов бюджета в ВВП:

$$\begin{aligned} \Delta D_{y_{\text{Д}}} &= D_0 * I_{q_{\text{ВВП}}} * I_{p_{\text{ВВП}}} * \Delta I_{y_{\text{Д}}} = 28526 * 1,025 * 1,08657 * \left(\frac{30,04}{29,93} - 1 \right) = \\ &= 28526 * 1,025 * 1,08657 * 0,004 = 127,08 \text{ млн р.} \end{aligned}$$

Абсолютный прирост номинальной суммы доходов государственного бюджета составил 3125 млн р. В значительной мере этот прирост произошел за счет роста цен, который составил 2531,23 млн р., что является негативным моментом в развитии экономики. Доля этого фактора в общем приросте суммы доходов составила $81 \% \left(\frac{2531,23}{3125} 100 \right)$.

Такие факторы, как физический объем ВВП и уровень доходов бюджета в ВВП также оказали влияние на динамику доходов государственного бюджета и их размер составил 713,15 млн р. и 127,08 млн р. соответственно. Следует отметить, что экономическая значимость этих факторов в общем приросте доходов бюджета составила только 26,89 % $\left(\frac{713,15 + 127,08}{3125} 100 \right)$.

Проведя факторный анализ изменения доходов государственного бюджета в Республике Беларусь, мы можем говорить о том, что в 2017 г. по отношению к 2016 г. наблюдается абсолютный прирост бюджетных доходов, который составил 3 125 млн р. На него оказали влияние такие факторы, как физический объем ВВП, уровень цен и уровень доходов бюджета в ВВП. Однако уровень доходов в ВВП, в свою очередь, с 2016 по 2017 г. показал снижение на 0,11 п. п. Это снижение было обусловлено изменением таких показателей, как сумма бюджетных доходов и стоимость ВВП.

Литература

1. Бондаренко, Н. Н. Финансово-банковская статистика: Практикум : учеб. пособие / Н. Н. Бондаренко, А. Г. Кулак, Н. Э. Пекарская. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2012. – 264 с.
2. Сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 27.03.2019.

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ИЗДЕРЖЕК НА ПРЕДПРИЯТИИ

З. А. Семенов, В. В. Крюков

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенка, Украина*

Научный руководитель П. С. Сыромятников

Потери – это издержки, которые не приносят прибыль. Иными словами, потери – это такие затраты, которые не добавляют ценности или качества востребованной потребителем готовой продукции (работам, услугам) предприятия. Разумеется, от непроизводительных издержек надо избавляться [1], [2].

Согласно Тайити Оно, основоположнику бережливого производства и производственной системы компании *Toyota*, к непроизводительным издержкам относятся: перепроизводство продукции; дефекты и переделка; ненужные передвижения; ненужные перемещения материалов, деталей, инструмента; излишние запасы; излишняя обработка; ожидание; хищения.

Перепроизводство. Суть перепроизводства продукции можно выразить коротко одной фразой — *производим больше, чем способны продать*. Аналог на бытовом уровне: мы приготовили еды больше, чем можем съесть, в результате излишки просто испортятся. То есть компания тратит ресурсы (материалы, время работы сотрудников) в итоге впустую, если мы не можем это продать. Продать продукцию не можем, потому что: не знаем емкость рынка и не знаем своего потребителя; неправильно прогнозируем спрос на свою продукцию; плохо планируем производство и т. д.

Перепроизводство возникает, как правило, в производственных компаниях, которые выпускают массовые виды продукции, т. е. не работают изначально под заказ.

Дефекты и переделка, т. е. неисправимый и исправимый брак, вредны с точки зрения издержек тем же самым, что и перепроизводство – на брак тратятся ресурсы, а отдачи нет (либо она относительно небольшая в случае исправимого брака).

Пример. Компания, занимающаяся разработкой программного обеспечения, на этапе проектирования допускает много ошибок, а на этапе внедрения ПО приходится ошибки устранять, что весьма трудоемко и затратно с финансовой точки зрения.

Брак может возникать по разным причинам, среди которых: некачественное сырье и материалы; несоблюдение технологии производства; изношенное или неисправное оборудование; необученный или неквалифицированный персонал.

Возможна и переделка без явного брака, когда исполнитель не до конца осознает, что именно от него требует заказчик. Бывает и наоборот, заказчик не может внятно сформулировать, что именно он хочет получить, но тут опять же должен срботать профессионализм исполнителя — умение понять заказчика.

Ненужные передвижения и перемещения. Под ненужными передвижениями понимают лишние физические движения персонала в ходе выполнения своей работы, не направленные непосредственно на производственные операции. Например, сотрудники вынуждены получать заготовки для своей работы в одном месте, инструмент в другом и т. п. На все это тратится время, то самое, которое – деньги... Причем потери из-за излишних передвижений могут быть значительны – до трети рабочего времени. Вроде бы каждое такое перемещение занимает секунды, а в результате набегает довольно большое время за смену.

Причинами излишних передвижений могут быть:

- нерационально организованное или захламленное рабочее место;
- отсутствие или недостаточность оснастки, различных рабочих приспособлений;
- нерациональная организация рабочей и складской зон в цехах и т. п.

Причем излишние передвижения, как, впрочем, и все другие виды потерь, не обязательно возникают только в производстве.

Основная причина, вызывающая излишние перемещения, – это нерациональное расположение материалов, полуфабрикатов, деталей, инструмента. Сотрудники также вынуждены тратить время на перемещения предметов, что не добавляет ценности конечному продукту и, следовательно, просто бесполезно.

Излишние запасы. Чем плохи излишние запасы? Во-первых, они «связывают» оборотный капитал. Деньги должны работать, а вместо этого они лежат на складе в виде сырья. Во-вторых, запасы требуют дополнительных расходов на хранение. Это может быть арендная плата, если склад арендованный, либо оплата освещения, отопления, охраны, заработная плата персонала склада, налог на имущество, если склад собственный.

Причиной возникновения излишних запасов являются:

- недостатки в планировании потребностей в материалах;
- мнжелание лишний раз «напрягаться» — проще закупить один раз на год, чем делать это, например, раз в неделю;
- несоблюдение графика поставок со стороны поставщиков, в результате компания;
- вынуждена создавать страховые запасы материалов.

Излишняя обработка означает добавление продукции таких свойств и такого качества, которые не востребованы потребителем и за которые он не готов платить. Причем последнее замечание – наиболее существенное. Есть изрядное количество продукции, для которой чем больше «наворотов» – тем лучше. Яркий пример – швейцарские часы. Наличие турбиона не делает их лучше, но однозначно – дороже. При этом швейцарские часы покупают в первую очередь ради престижа и готовы за них платить много. Но такой подход характерен только для предметов роскоши.

Однако есть и другие примеры. Мобильные телефоны из предметов престижа давно уже превратились в повседневные, доступные практически любому человеку вещи. Многие люди используют их только для звонков и отправки SMS – им не нужны встроенные фотоаппараты, плееры, цветные экраны. Такие простые телефоны стали появляться, на них есть спрос. Это хорошая иллюстрация того, как можно устранить ненужную обработку.

Причиной возникновения излишней обработки являются в большинстве случаев неправильно понятые потребности и ожидания клиентов.

Ожидание – это, по сути дела, простои в работе, а простои для предприятия – это недополученная прибыль.

Простои в работе возникают по различным причинам:

- необязательность поставщиков (как внешних, так и внутренних);
- длительные переналадки оборудования;
- несбалансированный график ремонтных работ;
- некачественное планирование загрузки производственных мощностей и т. д.

Например, на предприятии, производящем макаронные изделия, приходилось периодически останавливать производственную линию из-за того, что полностью заполнялись склады готовой продукции.

Хищения. Виды потерь не исчерпываются перечисленными выше. Возможно, в Японии авторам методологии бережливого производства и в голову не могло прийти, что работники могут обворовывать своего работодателя. Хищения могут происходить и происходят – и это факт, с которым нужно считаться.

Что могут своровать у организации? По сути дела, три вида ресурсов: деньги как таковые, нечто материальное (сырье, продукцию, запчасти и т. д.) и информацию:

– *кража денежных средств* в наличном виде может быть не слишком часто встречающейся: во-первых, за «наличкой», как правило, ведется строгий контроль; во-вторых, далеко не во всех организациях, в принципе, бывает много наличности (если это не компания розничной торговли, конечно). Хищения денег зачастую происходят в более изощренных формах. Например, начальник фиктивно выписывает работникам незаслуженную премию, после чего присваивает ее себе. Или же работник отдела закупок получает «откат» от покупателя при закупке материалов по завышенным ценам;

– *кражи материальных ресурсов* более масштабны: от выноса, условно говоря, канцелярских скрепок до вывоза состава с неучтенной продукцией с предприятия по поддельным документам с целью последующей реализации;

– *кража информации* также способна нанести ущерб компании. Часто встречающийся вид кражи информации – уход менеджеров по продажам к конкурентам вместе с информационной базой контрагентов. Любая продажа на сторону коммерческих тайн компании, например, сведений о технологиях производства, информации об условиях заключения договоров и т. п., по сути дела – кража.

Для совершения хищений играет также большую роль и то, кто именно их совершает. Рядовой сотрудник может украсть только то, к чему имеет прямой доступ при отсутствии должного контроля. Однако поскольку число рядовых работников велико, то совокупный ущерб может вылиться в кругленькую сумму. Возможности высшего руководства в плане хищений мало чем ограничены в силу их должностного положения и полномочий. Однако поскольку высших менеджеров в организации немного, то и контролировать их проще. С менеджерами среднего звена сложнее. Они достаточно многочисленны, обладают определенными полномочиями и могут «продвинуть» выгодное им решение для принятия решения высшим руководством.

Методы устранения потерь. Для того чтобы устранить потери, существует целая методология, которую в разных источниках именуют по-разному: бережливое производство, «Кайдзен», TPS (Toyota Production System). По сути, это разные интерпретации одного и того же. Производство здесь – это не обязательно производство в буквальном своем значении, т. е. создание чего-то материального. Есть переживания этой концепции и для сферы услуг.

Рассмотрим общий алгоритм внедрения бережливого производства:

1. *Определить ценность конечного продукта или услуги.* Ценность продукции либо услуги может быть определена только ее потребителем. Ценность имеет только та продукция/услуга, которая за определенную цену и в определенное время способна удовлетворить потребности и пожелания потребителей. Бережливое производство должно начинаться с того, чтобы точно определить ценность в терминах конкретного продукта/услуги, имеющего определенные характеристики и определенную цену. Ценность определяется не только конечным, но и внутренними потребителями (находящимися в организационных границах компании и использующими продукт как «вход» для своего бизнес-процесса). Определение ценности – первый и самый важный этап в организации бережливого производства.

2. *Определить поток создания ценности для продукта.* Поток создания ценности – это совокупность всех действий, которые требуется совершить, чтобы определенная продукция/услуга прошла свой путь к потребителю: решение проблем, управление информационными потоками, физическое преобразование. Иными словами, это бизнес-процесс создания продукта либо оказания услуги. Определение всего потока создания ценности для каждого продукта – это следующий этап построения бережливого производства, на котором определяются и ликвидируются явно ненужные этапы.

3. *Обеспечить непрерывное течение потока создания ценности.* На данном этапе происходит реорганизация потока создания ценности продукта. Необходимо перейти от производства продукции дискретными партиями и разделения работы по подразделениям к более эффективному способу, т. е. когда продукт (продукция, услуга или все вместе) подвергается обработке непрерывно, но при этом производство идет так называемым единичным потоком (речь идет об отказе от больших партий). Для повышения эффективности надо акцентировать внимание не на структурных подразделениях и оборудовании, а на самом продукте. Таким образом, вся работа, начиная с проектирования, разработки технологических процессов и до поставки продукта потребителю, должна выполняться в одном непрерывном потоке. Бережливое производство требует, чтобы производство продукта отвечало реальным потребностям сотрудников на всем протяжении цепочки создания ценности

4. *Организовать «вытягивание» продукции или услуги потребителем.* Смысл данного пункта заключается в том, чтобы перейти от «выталкивания» продукции по всей производственной цепочке к потребителю к «вытягивающей» схеме. Суть «вытягивания» можно описать так: мы делаем только то, что хочет потребитель, и только тогда, когда он это хочет. Для этого и нужно организовать поток создания ценности, который «запускается» от запроса потребителя на определенный продукт.

5. *Постоянно улучшать деятельность.* Необходимо применять принцип постоянного улучшения. Следует уменьшать трудозатраты, время, производственные площади, себестоимость и число ошибок, при этом создавая продукт, который все больше приближается к тому, что действительно нужно потребителю. Увеличение скорости движения потока создания ценности должно последовательно выявлять потери, которые до этого были незаметны. Чем выше скорость «вытягивания», тем больше возникает препятствий движению потока.

6. *Делать процессы прозрачными.* Все участники процесса (поставщики, структурные подразделения, потребители, сотрудники) должны видеть процесс создания ценности целиком и вместе находить пути повышения ценности. Для процесса постоянных улучшений очень важно, чтобы участники процесса сразу получали информацию о результатах. В этом и заключается прозрачность процесса.

Литература

1. Сумец, А. М. Проблемы логистического управления производственным процессом современного предприятия / А. М. Сумец, П. С. Сыромятников // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных подходов : Материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. : БНТУ, 2017. – С. 268–269.
2. Сумец, А. М. Ключевые аспекты инноваций в производственные системы. / А. М. Сумец, П. С. Сыромятников // Science and education:trends and prospects : Collection of scientific articles. – Ascona Publishing, New York, United States of America, 2018. – P. 266–269.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БУХГАЛТЕРСКИМИ РИСКАМИ

З. Н. Кисаева

*Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга
имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Современный подход к управлению предполагает широкое использование методов планирования и прогнозирования в целях управления, что невозможно осуществить без учета действия рисков. Поскольку принятие решений происходит на основе использования бухгалтерской информации, то при отсутствии в ней сведений о бухгалтерских рисках, невозможно принять обоснованное управляющее решение. Процесс управления бухгалтерскими рисками должен соответствовать стратегическим задачам развития организации с учетом обеспечения экономической безопасности бизнеса [1].

Управление рисками позволяет обеспечить эффективный процесс составления финансовой отчетности, а также соблюдение законодательных и нормативных актов, избежать нанесения вреда репутации компании и связанных с этим последствий. Таким образом, процесс управления рисками позволяет руководству достигать поставленных целей и при этом избегать (по меньшей мере снижать негативное воздействие) просчетов и неожиданностей [2].

Для эффективного управления бухгалтерскими рисками необходима всеобъемлющая информационная база. Только наличие максимально точной и достоверной информации дает возможность принимать решения по снижению рисков и предсказывать поведение контрагентов. При этом необходимо сочетание внешних и внутренних информационных потоков, аккумулируемых в бухгалтерском учете и финансовой отчетности. Финансовая отчетность – важный источник информации для внешних аналитиков, формирование которого осуществляется, исходя из общих правил ведения учета [3].

Порядок составления и представления финансовой отчетности в Кыргызской Республике раскрывается в законодательных документах, основными из которых являются Закон КР «О бухгалтерском учете» от 29.04.2002 г. № 76, Постановление Государственной службы регулирования и надзора за финансовым рынком при Правительстве КР от 25.01.2011 г. № 2 «О методических рекомендациях по подготовке и представлению финансовой отчетности в соответствии с требованиями МСФО», которые устанавливают основные правила составления и представления финансовой

отчетности, а также учетная политика, разрабатываемая бухгалтерской службой экономического субъекта и раскрывающая особенности формирования информации об отдельных объектах бухгалтерского учета.

Данные, раскрываемые в финансовой отчетности, как правило, являются основным источником информации о деятельности предприятия для внешних пользователей. В этой связи достоверность и полезность представляемой в отчетности информации приобретает первостепенное значение.

В соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности в финансовой отчетности организаций должна быть раскрыта определенная информация об объектах бухгалтерского учета и связанных с ними рисках (см. таблицу).

Требования МСФО к отражению и раскрытию информации о рисках

| Вид риска | Отражение и раскрытие информации о рисках | МСФО |
|---|---|---|
| Риск учетной политики | Существенная информация о принятых при формировании учетной политики способах ведения бухгалтерского учета; информация об изменении учетной политики | МСФО (IAS) 8 «Учетная политика, изменения в бухгалтерских оценках и ошибки» |
| Риски, связанные с тарифным регулированием | Информация о снижении выручки, обусловленной снижением тарифа в течение периода тарифного регулирования и ее влияния на финансовое положение, финансовые результаты и денежные потоки | МСФО (IFRS) 14 «Счета отложенных тарифных разниц» |
| Риск непогашения обязательств дебиторами | Информация о резерве по сомнительным долгам | МСФО (IAS) 1 «Представление финансовой отчетности» |
| Риски, связанные с признанием выручки | Информация о порядке предоставления услуг и признании выручки | МСФО (IAS) 18 «Выручка» или МСФО (IFRS) 15 «Выручка от контрактов с клиентами» |
| Риск осуществления расходов либо получения доходов в связи с прекращаемой деятельностью | Информация о выбытии долгосрочных активов, предназначенных для продажи и прекращенная деятельность | МСФО (IFRS) 5 «Долгосрочные активы, предназначенные для продажи, и прекращенная деятельность» |
| Риски, связанные с осуществлением предстоящих расходов | Информация о составе и движении резервов предстоящих расходов и платежей | МСФО (IAS) 1 «Представление финансовой отчетности» |
| Риски, связанные с получением доходов будущих периодов | Информация о порядке и условиях предоставления государственных субсидий | МСФО (IAS) 20 «Учет государственных субсидий и раскрытие информации о государственной помощи» |
| Риск, осуществления расходов по погашению гарантийных обязательств | Краткая характеристика неопределенностей, существующих в отношении срока исполнения и величины гарантийных обязательств | МСФО (IAS) 37 «Резервы, условные обязательства и условные активы» |

Окончание

| Вид риска | Отражение и раскрытие информации о рисках | МСФО |
|---|--|--|
| Риски, связанные с затратами на ремонт основных средств | Информация о затратах на ремонт основных средств | МСФО (IAS) 16 «Основные средства» |
| Риски, связанные с изменением стоимости основных средств | Информация о стоимости переоцененных основных средств | МСФО (IAS) 16 «Основные средства» |
| Риски, связанные с начислением амортизации основных средств | Информация о методах начисления амортизации основных средств | МСФО (IAS) 16 «Основные средства» |
| Риск, изменения стоимости финансовых вложений | Информация об изменениях стоимости финансовых вложений; информация о резервах под обесценение финансовых вложений | МСФО (IAS) 39 «Финансовые инструменты: признание и оценка» |
| Риск, изменения стоимости нематериальных активов | Информация о стоимости переоцененных нематериальных активов | МСФО (IAS) 38 «Нематериальные активы» |
| Риски, связанные с начислением амортизации нематериальных активов | Информация о методах начисления амортизации нематериальных активов | МСФО (IAS) 38 «Нематериальные активы» |
| Риски, связанные с операциями со связанными сторонами | Информация об операциях со связанными сторонами | МСФО (IAS) 24 «Раскрытие информации о связанных сторонах» |
| Валютный риск | Информация об изменениях валютных курсов | МСФО (IAS) 21 «Влияние изменений обменных курсов валют» |
| Риски, связанные с деятельностью сегментов организации | Информация по отчетным сегментам с учетом источников и характера имеющихся рисков и полученных прибылей деятельности предприятия | МСФО (IAS) 14 «Сегментная отчетность» |

При этом Международные стандарты финансовой отчетности содержат требования не только о сущности отражаемой информации об объектах учета и связанных с ними рисках, но и о характере и содержании представляемой информации.

Кроме того, анализ требований в отношении отражения и раскрытия информации о последствиях влияния рисков позволяет сделать вывод о необходимости установления количественных критериев оценки существенности информации в отношении изменения стоимости объектов бухгалтерского учета вследствие такого влияния.

В целом проведенный анализ требований позволяет сделать вывод, что в финансовой отчетности подлежит раскрытию значительный объем информации о бухгалтерских рисках и их последствиях. В большей степени указанная информация касается необходимости раскрытия последствий рисков, таких как изменение стоимости активов (материальных ценностей, основных средств, нематериальных активов, финансовых вложений, денежных средств в иностранной валюте, дебиторской задолженности),

оценочных значений. Также подлежит раскрытию информация о вероятных расходах предприятия в будущем и создаваемых под них резервах предстоящих расходов. Кроме того, в пояснительной записке к финансовой отчетности может раскрываться и иная информация (об изменениях в учетной политике, рисках связанных с деятельностью сегментов организации и иных существенных рисках), в том числе информация нефинансового характера [2].

Можно отметить, что финансовая отчетность содержит определенные требования к отражению информации об объектах бухгалтерского учета, что позволяет раскрыть информацию о рисках, связанных с ними и их последствиях. Такая информация раскрывается как в формах отчетности, так и в пояснительной записке к финансовой отчетности.

В пояснительной записке к годовой финансовой отчетности организация обязана раскрывать информацию в отношении существенных ошибок предшествующих отчетных периодов, исправленных в отчетном периоде; причины, по которым невозможно определить влияние существенной ошибки на один или более предшествующих отчетных периодов, представленных в финансовой отчетности [4].

Анализ содержания этих форм дает возможность внешним пользователям (в условиях отсутствия в пояснительной записке к отчетности дополнительного раскрытия информации о хозяйственных рисках) самостоятельно идентифицировать совокупность рисков коммерческой организации и произвести их оценку. Ценность результатов анализа увеличивается, если в распоряжении пользователя имеется отчетность за несколько отчетных периодов.

Таким образом, своевременное распознавание рисков через учетно-аналитическую информацию является одной из основных задач управления бухгалтерскими рисками и, как следствие, повышения качества финансовой отчетности коммерческой организации [5].

Литература

1. Демина, И. Д. Концепция риск-ориентированной системы бухгалтерского учета в коммерческих организациях / И. Д. Демина, С. Н. Меркущенко // Экономика и современный менеджмент: теория и практика : сб. ст. по материалам XLV Междунар. науч.-практ. конф. № 1 (45). – Новосибирск : СибАК, 2015.
2. Сапарбаева, С. С. Интеграция процессов риск-менеджмента и внутреннего контроля / С. С. Сапарбаева, И. И. Гурьева, Б. А. Алибекова // Статистика, учет и аудит. – № 2(65). – 2017. – С. 42–50.
3. Гуров, В. С. Учетно-аналитическое обеспечение как инструмент управления рисками хозяйственной деятельности / В. С. Гуров, С. Г. Чеглакова // Междунар. бухгалт. учет. – 2014. – № 17 (23). – С. 15–24.
4. Бухгалтерский (финансовый) учет; под ред. М. И. Исраилова. – Б. : Турар, 2012. – 594 с.
5. Антышева, Е. Р. Бухгалтерский учет и анализ в управлении экономическими рисками предприятий нефтяной отрасли : автореф. дис. канд. экон. наук : 08.00.12 / Е. Р. Антышева, Сургут, – 2007.

PRODUCTION AND MANAGEMENT OF CHEMICAL PRODUCTS IN KAZAKHSTAN**Абдылкарим Толеу Ержанович***Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга
имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель Д. Д. Абдешов

In the Republic of Kazakhstan, the chemical industry is among the priority industries and is one of the largest suppliers of raw materials, semi-products, materials for other sectors of the real economy.

In Kazakhstan, there is a wide range of mineral and hydrocarbon materials, including significant reserves of phosphorites, chromites, sodium salts. 99 of the 105 chemical elements of the periodic table are found in the bowels of the country. Over 60 of these items are in commercial use. Currently, Kazakhstan has explored 493 deposits containing 1,225 types of minerals.

The main advantages of the chemical sector in Kazakhstan are as follows:

- significant reserves of energy, water and other natural resources, forming a platform for the development of the chemical sector;
- large fast-growing domestic market, which provides the potential for import substitution;
- availability of many years of experience in the production and expansion of scientific, technical and engineering capacities;
- sustainable macroeconomic environment;
- favorable political background to attract foreign investment.

The strategic location of the main chemical industry enterprises is based on the availability of the necessary resources. Thus, the location of the enterprises of initial processing is associated with the sources of raw materials (Zhambyl, Aktobe, Atyrau and South Kazakhstan regions – nitrogen, phosphate, potash, complex mineral fertilizers), while integrated processing enterprises are located near sources of production capacity, skilled labor, scientific technical base, consumer demand (specialized and household chemicals – Pavlodar, Karaganda, East Kazakhstan regions and Almaty; caustic soda – Pavlodar region; se Acidic acid – Akmola, Kyzylorda and Zhambyl regions, rubber products – Karaganda region.

Over 30% of production is concentrated in Zhambyl region, another 14.7 % in Aktobe and 13% – in Karaganda.

According to the Statistics Committee of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, from 2014 to 2016, the share of the chemical industry in gross domestic production in Kazakhstan remained at 0.6%, while its share in the manufacturing industry of the Republic of Kazakhstan increased from 3.3 to 3.9 %. In the first half of 2017, the share of chemical products in the processing industry of Kazakhstan reached 4.2 %.

The volume of production in the industry from 2010 to 2016 is generally characterized by positive growth. So in 2016, the volume of production of chemical industry products amounted to 230.3 billion tenge, which is 2.1 times higher than in 2010 and 23.8% higher than in 2015. During the first half of 2017, the volume of production in the chemical industry decreased compared with the figures for the same period of 2016 by 0.5% and amounted to 105.5 billion tenge. However, the deep drop in the price of oil on world stock exchanges, which also instantly caused a decrease in metal prices, adversely affected the activities of ferrous metallurgy enterprises.

In the period from 2012 to 1 half of 2017, a decrease in the growth rate of the chemical industry is observed on the basis of indicators of the physical production volume index. Thus, the physical volume index of the chemical industry in 2016 was 101% and decreased compared with the figures of 2012 and 2013 by 16–22%, indicating a slowdown in the industry.

Based on a comparative analysis of production in the chemical industry in monetary and in-kind terms, it can be noted that the growth in the output of the industry in monetary terms from 2010 to 2016 was mainly due to the price factor. It should be noted that in view of the decline in the sale prices of chemical products in the country in the first half of 2017, there was an excess of the index of the physical volume of production of the industry over production growth rates in monetary terms.

According to the growth of production volumes in the chemical industry, observed since 2011, the share of traditional chemical products in the republic in the total output of the industry remains almost unchanged. In 2016, the dominant groups of goods produced in the chemical industry of the Republic of Kazakhstan include:

- main inorganic chemicals (48.3%);
- fertilizers and nitrogen-containing mixtures (11.7%);
- dyes and pigments (8.6%);
- other chemical products not included in other categories (8.5%).

In 2016, compared with the figures for 2015, the production volumes of the following groups of chemical products significantly increased (in monetary terms):

- perfumes and cosmetics 3 times;
- other major inorganic chemicals by 50.6%;
- other basic organic chemicals by 37.1%;
- other chemical products not included in other categories by 34.7%.

At the end of 2016, the main regions of Kazakhstan for the production of chemical products in monetary terms are: Zhambyl (30.3%), Karaganda (14.8%), Aktobe (13%), East Kazakhstan (10.6%) and Mangystau (6.5%) areas.

In general, the chemical industry in Kazakhstan for January-July 2017 compared to the same period of 2016 shows a 3% decline in the production of finished products in monetary terms, however, in some regions of Kazakhstan there is a significant increase in production: in the Kyzylorda region in 2,7 times; in Astana by 59%; in Karaganda and West Kazakhstan regions by 38%.

Bibliography

1. <http://kidi.gov.kz/>. – JSC «Kazakhstan Institute of Industry Development».
2. <http://miid.gov.kz/ru>. – Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan.
3. <http://www.energyprom.kz/page/about>. – monitoring agency.
4. <https://kapital.kz/>. – business information center.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЕЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ

М. Н. Жоламанова

*Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга
имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель Д. Д. Абдешов

Для нефтяной промышленности характерно последовательное вступление многих залежей нефти в сложную позднюю фазу разработки, когда более половины запасов из

них уже отобрано и извлечение оставшихся запасов требует значительно больших усилий. Объективно становится все менее благоприятной геологопромысловая характеристика вводимых в разработку новых залежей нефти. Среди них возрастает удельный вес залежей с высокой вязкостью нефти, с весьма сложным геологическим строением, с низкой фильтрующей способностью продуктивных пород, а также приуроченных к большим глубинам с усложненными термодинамическими условиями, к шельфам морей и т. д. Таким образом, и на старых, и на новых залежах возрастает доля так называемых трудноизвлекаемых запасов нефти. Соответственно, расширяется арсенал методов разработки нефтяных залежей. Если в последние четыре десятилетия в качестве агента, вытесняющего нефть из пластов к скважинам, применялась вода и искусственное заводнение пластов было традиционным методом разработки, то в настоящее время необходимо применение и других методов на иной физико-химической основе.

По мере «старения» нефтегазовой промышленности страны и расширения ее географии задачи промыслово-геологической службы, как и родственных служб, все более усложняются; соответственно развиваются и совершенствуются методы исследований. Поэтому требования к этой службе непрерывно возрастают. Специалисты в области промысловой геологии должны обладать большой научно-технической эрудицией, достаточными знаниями в областях геологии, подземной механики жидкостей и газа, бурения скважин, технологии и техники разработки месторождений, геофизических и гидродинамических методов исследования скважин и пластов, подсчета запасов нефти и газа, экономики, математических методов обработки геологических данных и др.

Геологический аспект проблемы нефтегазоносности имеет свою специфику, которая обусловлена жесткими термобарическими условиями среды, что в значительной степени осложняет проведение поисково-разведочных работ. К глубинам 4–4,5–5 км приурочена граница, характеризующаяся величиной горного давления 1000 кгс/см² и температурой 100 °С. Эта граница разделяет участки разреза с нормальными и жесткими термобарическими условиями. В зоне с жесткими термобарическими условиями происходят значительные изменения свойств пород и флюидов, их насыщающих. Так, в зависимости от истории геологического развития региона в интервале глубин 4–7 км в них будут преобладать либо газ, либо нефть, тогда как глубже 7 км во всех регионах преобладает газ. Полное исчезновение жидких УВ происходит на рубеже 8–9 км, где пластовые температуры более 300 °С, при которых все УВ становятся нестабильными. Как показал В. И. Вернадский, температура и давление – параметры, которые определяют все геохимические процессы в земной коре. Глубинное распространение залежей УВ может определяться лишь термобарическими условиями [1].

Все приведенные выше материалы достаточно четко свидетельствуют о том, что условия, необходимые для образования и сохранения залежей УВ, общие как для больших, так и для малых глубин. Они заключаются в наличии факторов, благоприятных для формирования, существования и сохранения УВ, в присутствии благоприятных пород-коллекторов и покрышек, а также структурных форм-ловушек для скопления и сохранения УВ. Поэтому выделение геологических вопросов нефтегазоносности больших глубин в самостоятельную проблему весьма условно, тем более, что понятие глубинности в геологии относительно. Тем не менее геологические аспекты проблемы нефтегазоносности больших глубин обладают спецификой, обусловленной жесткими термобарическими условиями, господствующими на больших глубинах, что в значительной степени осложняет их освоение.

В последние годы в условиях ежегодно нарастающих темпов роста добычи на ранее разрабатываемых крупных месторождениях и снижения уровня бюджетного финансирования геологоразведочных работ практически отсутствует прирост балансовых

запасов минеральных ресурсов [2]. По значительному числу приоритетных видов полезных ископаемых объемы погашаемых запасов значительно превышают их приросты от разведки. Обеспеченность подготовленных к отработке запасов ведущих горнорудных предприятий, в первую очередь цветной металлургии, достигла критического предела. При современном уровне добычи, без соответствующего восполнения и действенного контроля за отработкой, запасы многих разрабатываемых месторождений будут истощены уже в ближайшей перспективе. Учитывая то, что большую часть в промышленном производстве Казахстана занимает продукция минерально-сырьевого комплекса, сложившаяся ситуация не может не оказать негативного воздействия на социально-экономическое развитие страны. Другой опасной тенденцией, наблюдаемой в последние годы, является выборочная отработка богатых руд отдельными горнодобывающими компаниями, что делает практически нерентабельной дальнейшую эксплуатацию месторождения. Наиболее вероятными последствиями такой практики станут брошенные месторождения с бедными нерентабельными рудами и уход инвесторов на новые, более богатые объекты [3]. Для решения этих и других проблем, связанных с контролем за комплексным и рациональным использованием недр, в начале 90-х гг. была создана специальная инспекция, работу которой координирует Комитет геологии и охраны недр.

Л и т е р а т у р а

1. Леффлер, У. Глубоководная разведка и добыча нефти / У. Леффлер, Р. Паттароззи, Г. Стерлинг. – М. : Олимп-Бизнес, 2010. – 252 с.
2. Исследование отрасли альтернативной энергетики Республики Казахстан // IGM consulting company. 2008. – Т. 3 – С. 29–83.
3. Научно-техническая программа «Разработка перспективных источников возобновляемой энергии на 2008–2015 годы». – Астана, 2007. – С. 94.

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Муса Рамазан

*Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга
имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель Д. Д. Абдешов

На сегодняшний день добыча рассматривается как полноценный комплекс технологических процессов, которые позволяют извлечь нефть из подземных пластов на поверхность земли. В этот перечень процессов входит: разведка, бурение, строительство скважины, добыча нефти и подготовка к дальнейшей отправке на НПЗ.

Большой объем технологических задач предполагает огромные затраты как по финансам, так и по времени, именно поэтому стоимость полезного ископаемого так высока. В данном случае интересует сам процесс извлечения нефти из пласта, поэтому из перечисленных этапов будет рассмотрена только сама добыча.

Каждый этап требует технологического обоснования, которые тщательно проверяются. После проведения разведывательных работ и определения наличия нефтеносных пластов приступают к бурению добывающих скважин. Иногда разведывательные скважины переводят в категорию добывающих. Все зависит от структуры самого месторождения. Оценка объемов залежей позволяет определить методику добычи и сделать другие прогнозы [1].

Технология разработки месторождения. До появления скважинных методов добычи нефть добывали в местах, где она самостоятельно выходит на земную поверх-

ность. Сегодня такой вариант добычи не подходит для промышленного использования, поэтому постоянно ищут какие-то более уникальные варианты разработки месторождений. Проще всего пробурить эксплуатационную скважину в пласте, по которой нефть самостоятельно будет подниматься.

После того как скважина пробурена, углеводороды молниеносно начинают двигаться из пласта в скважину. Это связано с перепадами давления. Но такой процесс может длиться недолго, поэтому требуется применение других методов повышения давления в пласте. Существует три основных направления добычи: первичные способы добычи; вторичные технологии; третичные технологии.

Каждый способ разработки месторождения имеет свои плюсы и недостатки, именно поэтому при любой ситуации производится технологическое обоснование ведения той или иной деятельности. Существуют и технологии добычи нетрадиционных типов нефти, которые представлены высоковязкими и сланцевыми вариациями. В каждом отдельном случае используются современные варианты добычи.

Основные методы. Первичные способы добычи нефти подразумевают самостоятельный подъем нефти, без использования дополнительных технологий. То есть углеводороды поднимаются за счет сформированного давления и энергии пласта. Таким образом нет никаких лишних затрат. Но с течением времени эта энергия уменьшается и жидкость уже не может самостоятельно изливаться на поверхность. Далее приходится искать новые варианты ее добычи [2].

На движение углеводородов и давление влияет большое количество факторов, которые в совокупности создают режим работы пласта. В настоящее время известно несколько режимов: 1) водонапорный; 2) упругий; 3) газонапорный; 4) режим растворенного газа; 5) гравитационный; 6) смешанный.

На начальных стадиях разработки месторождения определяют структуру нефтеносного пласта, содержание различных типов веществ и многие другие факторы. Это позволяет максимально эффективно оценить режим работы и дальнейшую судьбу скважины, так как уже на первоначальных этапах начинают задумываться об использовании первичных и вторичных методик добычи.

Стоит отметить что извлечение нефти из пластов не может производиться без замещения ее на другую жидкость. Это связано с тем, что пласты остаются пустыми и в дальнейшем возможно проседание почвы, появление других геологических катаклизмов. Рекомендуются уже на первоначальной стадии разработки применять закачку воды или газа в пласт, что даст дополнительную эффективность.

Дополнительные варианты разработки. К этому перечню методик добычи нефти относится категория вторичных способов. Основная цель заключается в искусственном поддержании внутрипластовой энергии. В современных условиях данные технологии нашли широчайшее применение. Объем добычи со скважины может снижаться по причине понижения давления за счет уменьшения количества углеводородов в пласте. Существует два метода решения проблемы:

Закачка воды в пласт. Для этого бурятся дополнительные нагнетательные скважины по периметру месторождения либо выводятся из эксплуатации добывающие скважины. Далее начинают закачивать активно воду, которая, двигаясь по пласту, будет продавливать нефть к забою скважин.

Закачка газа в газовую шапку. На некоторых месторождениях присутствует газовая «шапка», которая располагается над нефтяным пластом. Таким образом, можно повысить давление, если начать активно закачивать туда природный газ. Эта технология называется газонапорной добычей.

Представленные методики применяются довольно широко, так как повышают эффективность добычи до максимальных показателей. Существует, конечно, большое количество противоречивых факторов. Если закачивать воду в пласт, то нефть будет идти с большими примесями воды. В некоторых скважинах этот процент содержания воды может достигать 90 %. Поэтому нужно оценивать целесообразность такой добычи [3].

Третичные методы добычи. В данной ситуации рассматриваются такие методики, которые позволяют увеличить нефтеотдачу пласта. Задача заключается в том, чтобы максимально повысить внутрипластовую энергию, которая заставит нефть двигаться к забою скважины. Искусственное повышение давления или температуры требует больших финансовых затрат, но все это окупается. Повышенная эффективность позволяет максимально быстро получить результат на скважине, которая уже длительный период времени не дает должного количества углеводородов. Самыми распространенными методиками являются тепловые, газовые, микробиологические и химические.

При реализации того или иного метода производится теоретическое обоснование, подготавливается проект, так как не каждая методика может дать должный результат. При сравнении с вторичными методами вытеснения нефти можно с уверенностью констатировать тот факт, что пластовая жидкость меняет свои физические и химические характеристики. Это позволяет нефти максимально быстро двигаться к забою, преодолевая различные препятствия.

Высокая степень нефтеотдачи при таких способах добычи продержится недолго. Все связано с тем, что такие варианты воздействия на породы приводят к разрушению пласта, поэтому нужно максимально быстро получить должный результат. Третичные методы добычи нефти эффективны только на тех месторождениях, которые находятся на последней стадии разработки.

Литература

1. Каминский, Э. Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты / Э. Ф. Каминский, В. А. Хавкин. – М. : Техника, 2011. – 384 с.
2. Фомин, Г. С. Нефть и нефтепродукты. Энциклопедия международных стандартов / Г. С. Фомин, О. Н. Фомина. – М. : Протектор, 2011 – 110 с.
3. Чирсков, В. А. Колебания систем трубопроводного транспорта нефти и газа : монография / В. А. Чирсков, В. Е. Шутов. – М. : Недр-Бизнесцентр, 2011. – 248 с.

СЕКЦИЯ VI ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ НЕФТИ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

Р. В. Асвинов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь
Научный руководитель Е. А. Кожевников

Промышленная добыча углеводородов в Беларуси началась с 1965 г. и сосредоточена в районе Припятского прогиба (Гомельская и Могилевская области). С начала разработки добыто более 135 млн т нефти и около 15,2 млрд м³ попутного нефтяного газа.

Добычу нефти в республике осуществляет нефтегазодобывающее управление «Речицанефть» – ведущее обособленное подразделение РУП ПО «Белоруснефть». На производстве весь процесс добычи, транспортировки и подготовки нефти автоматизирован.

В настоящее время в рамках рассматриваемого предприятия на 11 самых крупных белорусских месторождений приходится 77,8 % добычи нефти, при этом большинство этих месторождений находится на завершающей стадии разработки. Общая выработка запасов по ним составляет 79,5 %. Доля воды в извлекаемой жидкости – 70–80 %, а в отдельных случаях – до 90 %.

С течением времени каждая добытая тонна нефти становится все более дорогой, ввиду того, что попутная вода не имеет такой ценности как нефть, а, напротив, только увеличивает затраты на добычу нефти, в частности на электроэнергию. Это значит, что снижается экономическая эффективность добычи нефти, характеризующаяся рентабельностью добычи. На следующем этапе производственного цикла, который состоит в подготовке нефти к переработке путем отделения воды от нефти, также очевидна тенденция к росту затрат, а значит, к снижению рентабельности, эффективности.

Поэтому поиск путей снижения затрат на добычу нефти является одним из приоритетных направлений деятельности предприятия и является актуальной темой, учитывая также нестабильное поведение рыночных цен на нефть.

Цель исследования состоит в рассмотрении направлений снижения экономических издержек на добычу нефти механизированным способом путем оптимизации применения существующего оборудования и поиска альтернативных, экономически эффективных способов добычи нефти, а также в последующем экономическом анализе эффективности проведения предлагаемых мероприятий.

На сегодняшний день в организации общий фонд добывающих скважин составляет 809 единиц, эксплуатация 93 % которых осуществляется механизированным способом с использованием электроцентробежных (ЭЦН) и штанговых (ШГН) глубинных насосов (рис. 1).

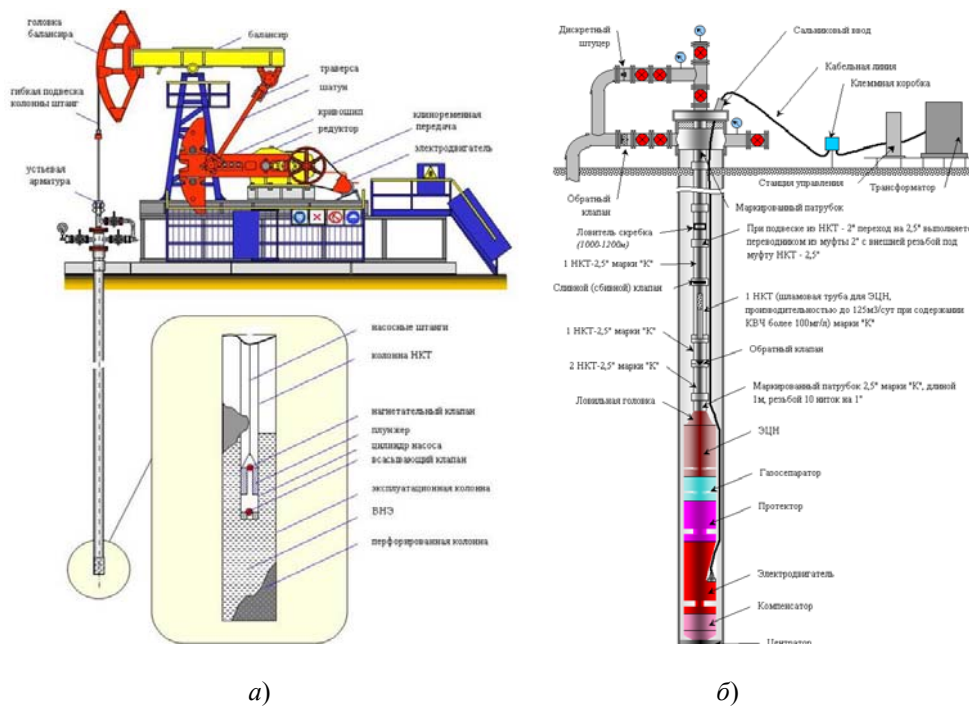


Рис. 1. Принципиальная схема:

а – штанговых глубинных насосов; *б* – электроцентробежных глубинных насосов

К объемному типу насоса относится ШГН, работа которого обеспечивается возвратно-поступательным перемещением плунжера с помощью наземного привода (станка-качалки) через связующий орган (колонну штанг). Принцип работы следующий: электродвигатель через клиноременную передачу и редуктор придает двум массивным кривошипам, расположенным с двух сторон редуктора, круговое движение. Кривошипно-шатунный механизм в целом преобразовывает в возвратно-поступательное движение балансиры, который вращается на опорной оси, укрепленной на стойке. Балансир сообщает возвратно-поступательное движение канатной подвеске, штангам и плунжеру. При ходе плунжера вверх нагнетательный клапан под действием жидкости закрывается и вся жидкость, находящаяся под плунжером, поднимается вверх на высоту, равную длине хода плунжера. В это время скважинная жидкость через всасывающий клапан заполняет цилиндр насоса. При ходе плунжера вниз всасывающий клапан закрывается, жидкость под плунжером сжимается и открывается нагнетательный клапан. Среди характерных черт ШГН необходимо отметить: значительные габариты и металлоемкость; применимость на мало- и среднедебитных скважинах; высокие энергозатраты для подъема скважинной продукции на поверхность.

У второго способа эксплуатации – ЭЦН, в отличие от ШГН, наземное оборудование представлено станцией управления, трансформатором, а электродвигатель и насос являются элементами погружной части установки. Принцип действия насоса можно представить следующим образом: жидкость, засасываемая через приемный фильтр, поступает на лопасти вращающегося рабочего колеса, под действием которого она приобретает скорость и давление, и поступает на поверхность. В большей степени данное оборудование предназначено для высокодебитных скважин.

Применение указанных видов насосного оборудования определяется как геолого-техническими условиями, так и их экономической эффективностью.

В настоящее время существует фонд скважин, оборудованных ШГН, в которых прослеживается тенденция снижения основных параметров добычи: дебита нефти (жидкости) и динамического уровня жидкости, вследствие чего на эксплуатацию скважины накладываются ограничения как по времени работы, так и по количеству добываемой жидкости. В результате уменьшаются объемы добычи нефти по отдельным скважинам и в целом по месторождению, что негативно отражается на выполнении плановых показателей в натуральном и стоимостном выражении, на снижении экономической эффективности нефтедобычи.

Предлагаемым способом решения данной проблемы является доуглубление скважинного насоса, но в некоторых скважинах это невозможно выполнить из-за конструкции скважины, а именно глубины головы эксплуатационной колонны (э/к) диаметром 102 мм. Преодоление данной ситуации возможно при изменении компоновки подземного оборудования: для этого необходимо включить дополнительные НКТ диаметром 60,3 мм и ШГН соответствующего типоразмера. Согласно расчетам, технология позволяет эксплуатировать скважину без ограничений по времени работы, а также увеличить дебит скважинной жидкости в 2–3 раза. Срок окупаемости данных мероприятий, по нашим расчетам, составляет менее полугода, что в большей степени определяется величиной дополнительной добычи нефти. Также данная технология позволяет расширить круг скважин для их восстановления путем бурения боковых стволов, особенностью которых как раз и является наличие э/к диаметром 102 мм.

Рассматривая механизированный способ эксплуатации, а именно ШГН, который в первую очередь используется на малодобитном фонде скважин, необходимо отметить, что основной статьей эксплуатационных затрат являются расходы на электроэнергию. Они обусловлены наличием электродвигателей мощностью от 30 до 50 кВт · ч, что приводит к потреблению электроэнергии в объеме до 200000 кВт · ч в год.

Для минимизации эксплуатационных затрат предлагается к внедрению новая насосная установка бесштангового плунжерного насоса (УБПН) с принципиально новым видом привода от инновационного линейного вентильного погружного электродвигателя.

При этом сам насос идентичен тому, который применяется в настоящее время на производстве и принципиальные технические характеристики УБПН согласуются с ШГН. Вместе с тем, в отличие от ШГН, отсутствуют металлоемкий наземный привод и колонна насосных штанг. Основным преимуществом новой установки является низкое потребление электроэнергии, в сравнении с ШГН, номинальная мощность электродвигателя составляет 15 кВт · ч. Потребление электроэнергии, при равных условиях с ШГН, в год будет составлять до 80000 кВт · ч.

В качестве примера был произведен сравнительный экономический расчет внедрения УБПН на скважину, которая в настоящий момент эксплуатирует ШГН. Расчет заключается в сравнении расходов на обустройство скважины «с нуля» и на электроэнергию, потребляемую в течение года. Экономический эффект составляет 36000 р. в пользу УБПН. Стоит отметить, что в сравнении с ШГН, в первый год эксплуатации увеличиваются затраты на закупку оборудования, уменьшаются расходы на монтажные работы и на электроэнергию.

Это был расчет по одной скважине. В 2019 г. бурением заканчиваются 13 скважин, которые подходят под внедрение УБПН, если рассматривать как альтернативу ШГН. Сравнивая ориентировочные затраты в течение пяти лет эксплуатации, можно сделать вывод: основной параметр – затраты на электроэнергию уменьшаются на 1070000 р., что в натуральном выражении составляет около 4600000 кВт · ч.

По результатам проведенного анализа УБПН является энергоэффективным методом добычи нефти механизированным способом. В настоящее время установка проходит заключительные опытно-промысловые испытания на ведущих предприятиях нефтедобывающей отрасли России.

Таким образом, предложенные мероприятия позволят повысить экономическую эффективность за счет снижения издержек добычи нефти механизированным способом на предприятии РУП ПО «Белоруснефть».

ОРГАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА БЮДЖЕТИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В. С. Амелькович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Целью данного исследования является разностороннее описание процесса бюджетирования с точки зрения его организации и автоматизации.

В конкурентной экономике процветающим считается предприятие, получающее устойчивую прибыль от своей деятельности. Эта задача-максимум может быть реализована на стабильной основе через систему внутрихозяйственного планирования, которую в учетных системах западных стран принято называть термином «бюджетирование».

Если термин «бюджет» уже стал привычен для обычного человека и активно используется не только в научной литературе, но и в повседневной жизни, то по поводу бюджетирования исследователи придерживаются весьма разных точек зрения. Так, Я. В. Бекетов дает следующее определение: «Бюджетирование – это процесс разработки конкретных бюджетов в соответствии с целями оперативного планирования [1]». Интересную точку зрения по этому вопросу выразил и исследователь В. В. Бочаров: «Бюджетирование – это процесс разработки и формирования плановых бюджетов, объединяющих планы руководства предприятия и, в первую очередь, производственные, маркетинговые и финансовые планы» [1]. Наиболее обширное и соответствующее реальности определение бюджетированию, на мой взгляд, было дано Н. Д. Шимширт: «Бюджетирование представляет собой управленческий инструмент распределения (планирования) ресурсов, охарактеризованных в денежных и натуральных показателях для достижения стратегических целей бизнеса. Бюджетирование также можно представить как процесс анализа ранее принятых решений (контроль), через который предприятие оценивает целесообразность фактического использования активов предприятия, добротность и качество используемых источников» [1]. Как мы можем видеть, в этом определении бюджетирование рассматривается не только с точки зрения инструмента планирования деятельности предприятия, но и с позиции управленческого инструмента. Соответственно, ему присущи все функции управления, такие как планирование, организация, мотивация, контроль и предоставление информации.

С помощью функции планирования бюджетирование решает такие задачи, как разработка финансовых планов организации, определение планируемого количества используемых ресурсов, ключевых показателей, определяющих целевую картину организации, создание схемы взаимодействия бюджетов и т. д.

Сущность функции «организация» заключается в том, что в процессе разработки бюджетов посредством взаимодействия отдельных структурных подразделений все подразделения организации работают согласованно, реализуя стратегические цели предприятия.

Мотивация как функция управления связана с процессом побуждения себя и других людей к деятельности через формирование мотивов поведения для достижения целей организации и личных целей. Закрепление ответственных лиц за исполнение бюджетов предполагает разработку системы стимулирования.

Под функцией контроля понимается процесс, посредством которого руководитель дает оценку исполнению бюджета с целью принятия решения по его корректировке.

Функция предоставления информации заключается в предоставлении информации для принятия решений.

Для успешной организации бюджетирования данный процесс должен строиться на определенных принципах. В научной литературе этот вопрос был освещен Е. А. Бадониной и Н. В. Ружансой. Они выделяют следующие принципы бюджетирования [1]:

- принцип целевой направленности бюджетирования;
- принцип учета отраслевых особенностей финансово-хозяйственной деятельности;
- принцип обеспечения соответствия принципам учетной политики;
- принцип соответствия принципам и методам калькулирования себестоимости продукции;
- принцип учета основных направлений распределения и использования прибыли;
- принцип обеспечения возможности формирования прогнозного баланса;

Организация бюджетирования охватывает как организацию в целом, так и отдельные ее структурные подразделения, которые отвечают за решения задач по организации финансово-экономической и производственной деятельности. От предприятия к предприятию организация бюджетирования может изменяться, приобретать некоторые особенности, характерные для той или иной области, а также приспосабливаться к окружающей среде. Стандартного решения, как вводить систему бюджетирования, не существует. В качестве одного из примеров постановки системы бюджетирования можно привести постановку системы бюджетирования в сельскохозяйственной организации, которая состоит из пяти этапов [2]:

- *Формирование финансовой структуры.* Целью данного этапа является разработка модели структуры, позволяющей установить ответственность и контролировать источники возникновения доходов и расходов.

- *Создание структуры бюджетов.* Целью данного этапа является определение общей схемы формирования основного бюджета организации.

- *Разработка методик и процедур управленческого учета.* Целью данного этапа является установка учетно-финансовой политики организации, т. е. правил ведения и консолидации бухгалтерского учета в соответствии с ограничениями, принятыми при составлении и мониторинге выполнения бюджетов.

- *Разработка регламента планирования.* Целью данного этапа является определение процедуры планирования, мониторинга и анализа причин невыполнения планов, а также текущей корректировки планов.

- *Внедрение системы бюджетирования.* Последний этап, целью которого является составление операционного и финансового бюджета на планируемый период, проведение сценарного анализа и корректировки системы бюджетирования по результатам анализа.

Несмотря на то что организация бюджетирования на предприятии не является унифицированным процессом, можно выделить недостаток, который будет присущ каждой из систем бюджетирования – возможность так называемых «бюджетных зазоров». Часто менеджеры, участвующие в разработке бюджетов, за исполнение которых они несут непосредственную ответственность, допускают появление этих самых «бюджетных зазоров», что позволяет им подбивать бюджет под необходимые им значения. Осуществление контроля за этим требует наличие специальных обученных комиссий, что в итоге станет дополнительной статьей расходов для предприятия. Соответственно, предприятие заинтересовано в постепенной автоматизации организации процесса бюджетирования, так как это позволит существенно снизить затраты на содержание управленческого аппарата предприятия.

Сегодня большинство предприятий сталкивается с проблемой отсутствия комплексной, универсальной, доступной всем хозяйствующим субъектам автоматизированной системы. Программных продуктов для бюджетирования становится все больше. В связи с этим появилась проблема выбора между корпоративными информационными системами и полнофункциональными системами для бюджетирования.

Выбор автоматизированной системы бюджетирования для предприятия включает в себя оценку имеющихся на рынке программных продуктов для ведения бюджетирования по следующим критериям [3]: стоимость системы; возможность создания, анализа и контроля бюджетов предприятия; поддержка многопользовательской работы системы; импорт-экспорт данных в учетные (бухгалтерские) системы; возможности проведения анализа по принципу «если – то»; возможность внесения изменений в систему; опыт ряда успешных внедрений системы; наличие системы безопасности.

Все системы для автоматизации бюджетирования делятся по назначению на два типа.

Первый тип предназначен для автоматизации кассового планирования. Его назначение – ежедневное планирование (разнесение) платежей, ведение платежного календаря, контроль бюджета движения денежных средств.

Второй тип – для автоматизации бюджетного управления. Назначение – годовое, месячное бюджетирование, экономическое моделирование, прогнозирование, контроль бюджета, консолидация бюджетов холдинга, финансовый анализ.

Таким образом, бюджетирование выступает как управленческая технология, которой присущи все функции управления: планирование, координация, контроль, мотивация. Являясь управленческой технологией, бюджетирование может быть применимо посредством практической реализации принципов планирования и его специфических принципов.

Способы автоматизации бюджетирования во многом зависят от особенностей бизнеса, сложившихся традиций управления, стратегических задач компании. Однако нужно понимать, что бюджетирование – это не цель, а средство поддержки принятия решений.

Литература

1. Мухина, Е. Р. Теоретические аспекты бюджетирования как элемента ресурсного обеспечения управленческого учета / Е. Р. Мухина // Вестн. Перм. ун-та. Сер. «Экономика». – 2014. – № 3 (20). – С. 70–76.
2. Винничек, Л. Б. Методические аспекты организации бюджетирования / Л. Б. Винничек, Е. В. Фудина // Вестн. Ульян. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 2 (13). – С. 138–142.
3. Захаров, И. В. Автоматизация процесса бюджетирования на предприятии / И. В. Захаров, Я. В. Формулевич // Всерос. экон. журн. ЭКО. – 2008. – № 12 (414). – С. 106–119.

ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

К. В. Бузов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Ермалинская

Введение. В соответствии с целями Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. в настоящее время в стране активно реализуются меры по повышению уровня информатизации различных сфер жизнедеятельности и построению цифровой экономики. По целому ряду показателей уже достигнуты значимые результаты. Так, за период с 2011 по 2016 г. число пользователей сети интернет выросло в 1,79 раза и составило 71,1 пользователь на 100 человек населения; удельный вес организаций, использующих электронную цифровую подпись, увеличился на 10,7 % и достиг уровня 98,6 %; доля организаций, использующих интернет для получения заказов на продукцию, составила 42,9 %, что на 12,1 % превысило уровень 2011 г. [2].

Для дальнейшей цифровизации экономики Беларуси требуется активное развитие науки и высокотехнологичных производств, рост производительности труда, а также уровня образования населения. Наиболее эффективным решением этих задач является объединение усилий производства, науки и образования.

Таким образом, в современных условиях совершенствование системы образования на основе информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) является важнейшим условием эффективного развития экономики и общества Республики Беларусь на принципах цифровой трансформации.

Основная часть. В соответствии с принятой в 2013 г. Концепцией информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 г. (далее – Концепция) [3] процессы активного внедрения в образовательный процесс современных ИКТ охватили все виды учреждений и уровни образования. «Цифровым лидером» по интенсивности использования ИКТ в Республике Беларусь является система высшего образования [1]. Так, в 2016 г. среди высших учебных заведений республики 96,6 % использовали электронную почту и имели локальные вычислительные сети, а 98,3 % имели доступ к сети интернет и собственный веб-сайт [1, с. 452].

К *преимуществам* использования ИКТ в образовательном процессе относят: сокращение временных затрат на реализацию основных функций в процессе преподавания (подготовка материала, проверка работ); повышение наглядности, эмоциональной насыщенности обучения и мотивированности обучающихся (использование видеопроектора для демонстрации материалов); организация доступа к единым общереспубликанским источникам информации (использование национального образовательного портала e-radruchnik.adu.by); расширение образовательных возможностей преподавателей и учреждений образования (детальная диагностика пробелов в знаниях обучающихся, организация работы с учащимися с разным уровнем образовательной подготовки и интенсивностью обучения, показ сложных виртуальных моделей, опытов) и др.

В соответствии с Концепцией эффективность процесса информатизации образования обусловлена степенью решения ряда *задач* [3]: обновление и повышение уровня обеспеченности ПЭВМ учреждений образования; модернизация системы повышения квалификации и переподготовки педагогических кадров в области ИКТ; приведение в соответствие действующему законодательству нормативной базы по

информатизации образования в Беларуси; переход на электронное документальное сопровождение образовательного процесса (электронные дневники, электронные задания) и др.

В качестве *основных направлений информатизации* системы образования Республики Беларусь следует выделить [3]: формирование образовательной среды на базе «облачных» технологий; модернизация технической инфраструктуры информатизации образования; обеспечение скоростного доступа всех учреждений образования Республики Беларусь к сети интернет; развитие в учреждениях образования беспроводных сетей; разработка электронных образовательных ресурсов системы образования; развитие системы интернет-сайтов учреждений образования на основе общих требований к их содержанию и технологическим платформам; распространение дистанционной формы получения образования; развитие кадрового потенциала информатизации образования; информатизация системы управления образованием и др.

Установлено, что, несмотря на достигнутые результаты информатизации системы образования, актуальными остаются следующие *вопросы*: требуется приведение в соответствие содержания электронных образовательных ресурсов с действующими учебными программами; необходимо развитие системы обучения педагогов и преподавателей в части формирования у них педагогической информационной компетентности; целесообразно определение единых критериев оценки эффективности информатизации образования в целом и отдельных образовательных учреждений в частности и др.

Информатизация системы образования Беларуси является подготовительным этапом на пути ее цифровой трансформации и, по оценке ведущих специалистов, к настоящему времени практически завершена в учреждениях высшего образования [1, с. 452]. Так, в вузах в 2016/2017 учебном году по сравнению с 2012/2013 учебным годом число используемых компьютеров в образовательном процессе в расчете на 1000 студентов выросло в 1,35 раза, 80,3 % из которых получили доступ в интернет (рис. 1) [2].



Рис. 1. Показатели использования ИКТ в учреждениях образования Беларуси
Примечание. Диаграмма построена авторами на основе данных источника [2].

Не отстают в темпах информационного развития учреждения среднего специального (рис. 1) (за пятилетний период число используемых компьютеров выросло в 1,52 раза, из них 55 % получили доступ в интернет); профессионально-технического (к 2016/2017 учебному году число используемых компьютеров на 1000 учащихся составило 89 ед., 42 % из которых получили доступ в интернет) и общего среднего об-

разования (к 2016/2017 учебному году численность учащихся на один компьютер снизилась с 18 до 15 человек; а удельный вес учителей, использующих ИКТ, вырос на 18,1 % и составил 95,1 %).

Дальнейший курс цифровизации системы образования активно прорабатывается в рамках подготовки Концепции цифровой трансформации образования Беларуси.

Таким образом, с учетом достигнутых результатов основными *приоритетами развития* системы образования на основе ИКТ должны стать: 1) гибкая адаптация системы образования к изменениям на рынке труда под влиянием цифровизации (в ближайшие 10–20 лет перестанут существовать около 50 % профессий, изменения затронут сферы логистики, производства, розничной торговли, сельского хозяйства); 2) освоение современных технологий обучения абсолютно всеми преподавателями и учителями; 3) смешанное обучение, т. е. сочетание традиционного обучения с обучением онлайн (целесообразно сокращение числа и продолжительности лекций и их сведение к дискуссиям, обсуждению домашних заданий в форме презентаций); 4) заимствование опыта корпоративного и университетского образования; 5) повышение уровня цифровой и предпринимательской грамотности школьников и студентов (студенты всех специальностей должны быть готовы к работе в условиях цифровой экономики, в том числе вести цифровое предпринимательство в своей сфере); 6) внедрение в вузах систем разноскоростного обучения (при значительной доле платных и иностранных студентов скорость обучения должна быть разной. Единственное требование – к госэкзамену и защите диплома допускается студент, полностью выполнивший программу); 7) трансформация вузов в цифровые университеты (усилия отдельных служб и факультетов необходимо интегрировать в единую систему взаимодействия вуза и внешнего мира с использованием всего спектра сетевых каналов коммуникации, включающих мониторинг бренда вуза, мониторинг социальных сетей и проведение мероприятий для формирования положительного имиджа вуза и разработку маркетинговых материалов для целевых аудиторий, в том числе иностранных абитуриентов).

Заключение. В настоящее время в Беларуси осуществляется переход на новый технологический уклад. Изменения в образовании, связанные с цифровой трансформацией, проявляются в изменениях учебных программ, применении новых средств и форм обучения, в изменениях целей и задач образования. Успешность цифровой трансформации образования связана в первую очередь с масштабным внедрением элементов электронного обучения, предоставлением электронных образовательных услуг и модернизацией технического обеспечения учреждений образования.

Литература

1. Богуш, В. А. Цифровая трансформация высшего образования / В. А. Богуш // Цифровая трансформация образования : тез. докл. 1-й науч.-практ. конф., Минск, 30 мая 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, ГИАЦ Минобразования ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : ГИАЦ Минобразования, 2018. – С. 450–453. – Режим доступа: http://dtconf.unibel.by/doc/DTE_conference.pdf. – Дата доступа: 19.03.2019.
2. Информационное общество в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 109 с. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_7864/. – Дата доступа: 20.03.2019.
3. Концепцией информатизации системы образования Респ. Беларусь на период до 2020 года / М-во образования Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 20 с. – Режим доступа: <https://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-obrazovaniya/>. – Дата доступа: 16.03.2019.

МОДЕЛЬ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА В НЕЧЕТКОЙ ПОСТАНОВКЕ

А. С. Гузаревич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. В. Задорожнюк

Одной из наиболее сложных задач макроэкономики является увеличение эффективности ведения многоотраслевого хозяйства. Для решения этой задачи необходимо обеспечить объем производства каждой отрасли, который удовлетворял бы все потребности в продукции этой отрасли. При этом нужно учитывать и тот факт, что каждая отрасль выступает и как производитель, и как потребитель продукции, произведенной и в своей отрасли, и в других отраслях. Для решения этой задачи в 1936 г. американским экономистом В. В. Леонтьевым была разработана модель многоотраслевой экономики, суть которой состоит в следующем.

Рассмотрим n отраслей экономики, каждая из которых производит свой определенный товар. Введем следующие обозначения: x_i – общий (валовой) объем i -й отрасли производства, $i = 1, 2, \dots, n$; x_{ij} – объем продукции, произведенной i -й отраслью и потребляемой j -ой отраслью; y_i – объем конечного продукта i ой отрасли.

Так как балансовый принцип связи отраслей производства заключается в том, что количество продукции, произведенной i -й отраслью, должно быть равно количеству продукции, потребляемой в производственной и непроизводственной сферах в сумме, то соотношения баланса примут вид:

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

В. В. Леонтьев заметил, что отношения $\frac{x_{ij}}{x_j}$ при фиксированных i и j остаются одинаковыми на протяжении определенного промежутка времени, что объясняется, с экономической точки зрения, примерным постоянством технологии производства в течение данного периода. В связи с этим можно считать, что отношение $\frac{x_{ij}}{x_j}$ является технологической константой, характеризующей затраты i -ой отрасли на производство единицы продукции j -й отрасли, обозначаемой a_{ij} и называемой коэффициентом прямых затрат. Следовательно,

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j, \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

С учетом соотношений баланса (1) имеем систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1, \\ x_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2, \\ \dots \\ x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n. \end{cases} \quad (3)$$

Введя в рассмотрение матрицы X – вектор валового (общего) производства, Y – вектор конечного потребления и A – матрицу прямых затрат, систему (3) можно переписать в матричном виде:

$$X = AX + Y, \quad (4)$$

$$\text{где } X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}.$$

Уравнение межотраслевого баланса (4) легко преобразовать к виду $(E - A)X = Y$ и решить средствами матричной алгебры. Окончательно имеем:

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y. \quad (5)$$

По формуле (5) мы можем определить вектор валового производства X при известных постоянных значениях прямых затрат A и определенном необходимом векторе конечного потребления Y [1].

Из прикладного характера задачи вытекает неотрицательность элементов матрицы A и векторов X и Y . Неотрицательная матрица A называется продуктивной, если существует такой положительный вектор X , для которого выполнено неравенство $X > AX$. В этом случае и модель Леонтьева называется продуктивной.

Приведем некоторые из существующих критериев продуктивности матрицы A :

1. Матрица A с неотрицательными элементами продуктивна, если сумма всех элементов в любом ее столбце (строке) не превосходит единицы, причем хотя бы для одного столбца (строки) эта сумма строго меньше единицы.

2. Матрица A продуктивна тогда и только тогда, когда матрица $(E - A)^{-1}$ существует и ее элементы неотрицательны [1].

В настоящее время матричные модели, используемые в экономике, хорошо изучены и имеют широкое практическое применение. Однако на практике часто приходится принимать решения в условиях неполной и не совсем точной информации. Для этих целей была разработана теория нечетких множеств, с успехом применяемая сегодня в различных сферах науки и техники, в том числе и в экономике.

Введем некоторые понятия и определения, относящиеся к теории нечетких чисел.

Треугольным нечетким числом A называется тройка $\langle a, b, c \rangle$ ($a \leq b \leq c$) действительных чисел, через которые его функция принадлежности $\mu_A(x)$ определяется следующим образом [2]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } x \in [a; b], \\ \frac{x-c}{b-c}, & \text{если } x \in [b; c], \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

На рис. 1 изображено нечеткое треугольное число $A = \langle 1, 5, 7 \rangle$, которое лингвистически можно интерпретировать как «около 5» или «приблизительно 5».

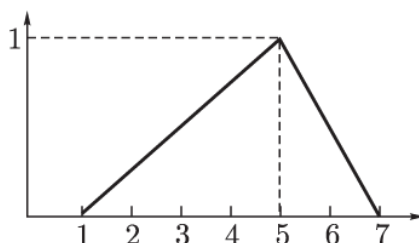


Рис. 1

Второе число b тройки $\langle a, b, c \rangle$ называют *модой*, или четким значением нечеткого треугольного числа. Числа a и c характеризуют степень «размытости» числа.

В общем случае при определении нечеткого треугольного числа не обязательно использовать линейные функции. Часто в различных приложениях используются две функции, из которых одна монотонно возрастает на интервале $[a; b]$, а другая монотонно убывает на интервале $[b; c]$.

Наибольшее распространение получили числа $(L-R)$ -типа, определяемые тройкой (a, α, β) , где a – мода числа, α и β – левый и правый коэффициенты нечеткости ($\alpha, \beta > 0$). Например, число, изображенное на рис. 1, будет записано следующим образом: $(5, 4, 2)$.

Пусть (a, α, β) , (b, γ, δ) – нечеткие числа. Следуя [2], определим арифметические операции следующим образом:

$$- \text{сложение: } (a, \alpha, \beta) + (b, \gamma, \delta) = (a + b, \alpha + \gamma, \beta + \delta); \quad (6)$$

$$- \text{вычитание: } (a, \alpha, \beta) - (b, \gamma, \delta) = (a - b, \alpha + \delta, \beta + \gamma); \quad (7)$$

$$- \text{умножение } (a, b > 0): (a, \alpha, \beta) \cdot (b, \gamma, \delta) = (ab, a\gamma + b\alpha, a\delta + b\beta); \quad (8)$$

$$- \text{умножение } (a < 0, b < 0): (a, \alpha, \beta) \cdot (b, \gamma, \delta) = (ab, -b\alpha - a\delta, -b\beta - a\gamma); \quad (9)$$

$$- \text{деление } (a, b > 0): (a, \alpha, \beta) / (b, \gamma, \delta) = (a/b, b\alpha + a\delta, b\beta + a\gamma). \quad (10)$$

Рассмотрим применение теории нечетких чисел на примере модели Леонтьева.

Пример. Для двухотраслевой экономической системы задана нечеткая матрица коэффициентов прямых материальных затрат $A = \begin{pmatrix} (0,3; 0,03; 0,05) & (0,2; 0,04; 0,05) \\ (0,5; 0,05; 0,03) & (0,2; 0,04; 0,05) \end{pmatrix}$

и нечеткий вектор конечной продукции $B = \begin{pmatrix} (200; 20; 20) \\ (300; 25; 25) \end{pmatrix}$. Найдем величину валовой

продукции каждой из отраслей. Эти величины также будут являться нечеткими числами, для вычисления которых мы используем формулу (5), а также (6)–(10).

Матрица A является продуктивной согласно первому критерию. Построим матрицу $E - A = \begin{pmatrix} (0,7; 0,05; 0,03) & (-0,2; 0,05; 0,04) \\ (-0,5; 0,03; 0,05) & (0,8; 0,05; 0,04) \end{pmatrix}$. Тогда матрица $(E - A)^{-1}$ примет вид:

$$(E - A)^{-1} = \frac{1}{(0,46; 0,106; 0,082)} \begin{pmatrix} (0,8; 0,05; 0,04) & (0,2; 0,04; 0,05) \\ (0,5; 0,05; 0,03) & (0,7; 0,05; 0,03) \end{pmatrix},$$

откуда, согласно (5), $X = (E - A)^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} (478,26; 37,82; 43,56) \\ (673,91; 49,57; 52,41) \end{pmatrix}$. Таким образом, для обеспечения заданного нечеткого объема конечной продукции первая и вторая отрасли должны произвести продукцию в объеме равном, соответственно, (478,26; 37,82; 43,56) и (673,91; 49,57; 52,41) условным единицам. Межотраслевые поставки и чистую продукцию каждой отрасли можно найти по формулам, соответственно, (2) и (1).

Литература

1. Модели межотраслевого баланса и макроэкономической динамики. – Режим доступа: http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/kuzyutin.d/files/EMM_ch7_Macroeconomic_Dynamics.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
2. Коньшева, Л. К. Основы теории нечетких множеств : учеб. пособие / Л. К. Коньшева, Д. М. Назаров. – СПб. : Питер, 2011. – 192 с.

РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО АУДИТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Р. А. Карабач

*Учреждение образования «Белорусский государственный
экономический университет», г. Минск*

Научный руководитель В. Н. Лемеш

Под государственным аудитом принято понимать комплекс проверочных мероприятий, при осуществлении которых изучаются экономичность, продуктивность и результативность использования юридическими лицами бюджетных средств, иного государственного имущества, а также средств, высвобождаемых в результате предоставления мер государственной поддержки. Данный вид аудита осуществляется в рамках финансового контроля за использованием государственных средств. Соответственно, целесообразным является необходимость его совершенствования с перспективой повышения действенности и эффективности.

Одной из главных проблем осуществления государственного контроля является низкий процент возврата бюджетных средств по результатам проведенных проверок.

Крайне важным является также дать оценку эффективности вкладываемых бюджетных средств в развитие отраслей народного хозяйства, социальной сферы. Значительную долю в общем объеме финансовых нарушений, выявляемых в ходе осуществления финансового контроля, является нецелевое использование бюджетных средств. При этом недостаточно четко определены основания, по которым использование бюджетных средств может трактоваться как нецелевое, а также отсутствуют правовые механизмы, которые должны быть направлены на усиление мер ответственности за нецелевое и неэффективное расходование государственных средств.

На современном этапе под эффективным функционированием финансовой системы подразумевается прежде всего эффективное использование бюджетных средств, переход к составлению программно-целевого бюджета, ориентированного на результаты, что требует внедрения качественно новых подходов к организации государственного финансового контроля.

Десятки лет государственный аудит широко используется в высших органах финансового контроля ряда зарубежных стран, что обусловлено развитием их финансовых систем. Практически на всем постсоветском пространстве есть нормативные правовые акты, определяющие порядок осуществления внутреннего и внешнего государственного финансового аудита.

Цель государственного аудита – установить уровень соответствия данных проверки критериям эффективности, дать заключение об эффективности использования государственных средств и имущества объектом аудита, а также подготовить рекомендации по повышению эффективности его деятельности.

Результатом государственного аудита являются выводы и рекомендации по повышению эффективности и результативности использования бюджетных средств. Отчеты о результатах государственного аудита обычно существенно отличаются друг от друга по форме и характеру изложения материала, и документы к ним, как правило, не прилагаются.

Предметом проверки государственного аудита является вся деятельность проверяемого субъекта в целом, тогда как при финансовом контроле проверяются только финансовые документы и отчетность участников бюджетного процесса.

Проведение государственного аудита включает четыре основных этапа. Первый из них – планирование. Здесь выбирают тему и объект контроля, предварительно изучают объект проверки, готовят программу проведения аудита.

На втором этапе определяют, как соотносятся фактические результаты работы проверяемого субъекта с избранными критериями оценки эффективности, выявляют имеющиеся недостатки, нарушения, проблемы и их причины, а также устанавливают наличие возможностей для повышения эффективности деятельности проверяемого лица.

На третьем – составляется отчет по результатам аудита, который должен пройти согласование с проверяемой организацией.

Четвертый, пожалуй, самый важный этап – контроль за выполнением рекомендаций, подготовленных в процессе государственного аудита. С ним связано достижение или недостижение цели, поставленной на первом этапе контрольного цикла. Поэтому при разработке методики проведения государственного аудита вопросам реализации рекомендаций контрольных органов следует уделить особое внимание.

Опыт зарубежных стран, таких как Болгария и Словакия, показывает, что государственный аудит обычно проводится в течение 1–1,5 года. В данных странах после освоения программно-целевого подхода начался переход от финансового аудита к государственному аудиту. Практика его успешного использования послужила толчком к совершенствованию системы контроля в Республике Беларусь, к уходу от обычных проверок использования бюджетных средств к осуществлению масштабного государственного аудита.

В целях повышения эффективности расходования бюджетных средств акцент будет смещен с контроля за финансовыми потоками на контроль за результатами. Подходы к осуществлению финансового контроля должны быть кардинально изменены: его содержание будет состоять не только в фиксации факта выделения и расходования средств, но и в подтверждении достижения эффекта, на который расчи-

тывали при принятии решения о выделении средств. На законодательном уровне следует определить показатели эффективности использования государственных средств и имущества в соответствующей сфере деятельности. Для развития в Республике Беларусь финансового контроля и аудита в соответствии с международными подходами предусматривается:

- внедрение новых подходов к организации внутреннего финансового контроля и аудита путем внесения соответствующих изменений в бюджетное законодательство;
- усиление контроля за эффективностью использования бюджетных средств, государственного имущества.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 г. № 1080 «О реформировании системы управления государственными финансами Республики Беларусь» была определена стратегия реформирования системы управления государственными финансами Республики Беларусь, которая установила, что высший орган государственного финансового контроля должен осуществлять государственный аудит расходования средств. Данным органом является Комитет государственного контроля Республики Беларусь.

Помимо этого стратегия реформирования системы управления государственными финансами Республики Беларусь предполагала:

- внедрение качественно нового подхода к организации внутреннего финансового контроля, где помимо проверки законности и целевого использования государственных средств должен осуществляться государственный аудит, направленный на проверку экономичности и результативности государственного управления;
- развитие системы государственного финансового контроля и аудита в целях ориентации на оценку эффективности государственных расходов.

Применение стратегии реформирования системы управления государственными финансами предусматривалось с поддержкой группы Всемирного банка в рамках программы «Модернизации системы управления государственными финансами».

Реализация стратегии планировалась в два основных этапа.

Первый этап (2016–2019 гг.) направлен на совершенствование правил и процедур управления бюджетом, в том числе создание дизайна интегрированной информационной системы управления государственными финансами (ИИСУГФ).

Второй этап (с 2019 г.) направлен непосредственно на создание и внедрение новой ИИСУГФ, его начало напрямую будет зависеть от достижения результатов на первом этапе.

ИИСУГФ станет ключевым компонентом платформы электронного правительства и сможет взаимодействовать с другими информационными системами. Помимо этого она позволит улучшить ведение бухгалтерского и кадрового учета на всех уровнях бюджетной системы Республики Беларусь.

В Республике Беларусь элементы государственного аудита применяются лишь точечно, что подтверждается количеством проведенных проверок. За 2018 г. было проведено 756 мониторингов и 119 аудитов эффективности. По результатам этих мероприятий Комитетом государственного контроля даны рекомендации по устранению выявленных недостатков субъектам хозяйствования, а также сэкономлено и предотвращено выплат государственных средств на сумму 260 млн р. – почти в 4 раза больше чем в 2017 г. Для сравнения, в 2017 г. количество мероприятий упреждающего характера отражалось следующими показателями: 567 мониторингов и 92 аудита эффективности. По результатам мероприятий сэкономлено средств на сумму 67,3 млн р.

Таким образом, в Республике Беларусь в настоящее время сложилась система контроля за соблюдением бюджетного законодательства, а также эффективности использования бюджетных средств, которая приближена к особенностям социально-экономического развития страны.

В качестве возможностей совершенствования государственного аудита в Республике Беларусь можно выделить перспективы внедрения в нашей стране информационной системы аудита. Она представляет собой программное обеспечение процедур аудита для сбора, группировки и хранения данных аудиторских проверок. Данная система позволит осуществить компьютеризацию бухгалтерского учета с целью проведения более эффективного аудита при использовании передового программного обеспечения. Такая система уже успешно применяется Высшим контрольным управлением Словацкой Республики.

Мировой опыт других стран показывает, что государственный аудит фокусируется на проверке выполнения программ, определяющих стратегию государства в определенных сферах экономики, вместо строгой проверки, сконцентрированной сугубо на расходах или финансовой отчетности и учете. В этом смысле оценка достижения целей данных программ может рассматриваться как один из вариантов применения государственного аудита.

Дальнейшее проведение государственного аудита в Республике Беларусь в итоге поможет вывести работу финансовой системы государства на принципиально новый уровень развития.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ: УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ВЫБОР ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ РОСТА

М. И. Коротких

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. В. Савченко

Инвестиционный менеджмент находится в периоде быстрых изменений, движимых изменением предпочтений инвесторов, сокращением маржи, изменением законодательства и развитием технологий. Успешные инвестиционные менеджеры, которых мы определяем как управляющие паевыми фондами, хедж-фондами и частными акционерными компаниями в 2019 г., вероятно, будут теми, кто сможет продолжать решать эти проблемы с помощью планов, разработанных для того, чтобы противостоять изменяющимся рыночным условиям.

Ожидания между группами инвесторов расходятся. Большинство Millennials и Gen Z внесли существенные изменения в свои инвестиционные методы по сравнению с их предшественниками. Эти поколения в итоге будут занимать значительную долю глобальных инвестируемых активов по мере того, как в Соединенных Штатах и Европе будет происходить передача богатства из поколения в поколение на несколько миллионов долларов. Они, как правило, предпочитают взаимодействовать с онлайн- и мобильными каналами, с низкой минимальной начальной суммой инвестиций и 24/7 доступом к инвестиционным советам на интеллектуальных устройствах. Между тем более опытные сегменты (Gen X и Baby Boomers) часто ожидают изящного взаимодействия через свои мобильные и онлайн инвестиционные счета и профессиональные консультации по запросу. С другой стороны, большинство институцио-

нальных инвесторов требуют большей прозрачности портфеля, индивидуальных инвестиционных решений и глобальных продуктов [1, с. 24].

Учитывая эту сложную и стимулирующую отраслевую среду, лидеры бизнеса по инвестиционному менеджменту должны рассмотреть три основных вопроса: «Как мы можем развивать наш бизнес?», «Каковы возможности для более эффективной работы нашей компании?» и «Как мы можем обеспечить следующий уровень обслуживания клиентов?».

1. Как мы можем развивать наш бизнес?

Хотя многие инвесторы стали успешнее благодаря самому длинному бычьему рынку (период времени, в течение которого на рынке действует тенденция к повышению курсов) со времен Второй мировой войны, некоторые инвестиционные менеджеры заняли более осторожную позицию. Исследование, которое охватило более 95 инвестиционных менеджеров с совокупными управляемыми активами (AUM) в размере 35 трлн долл., показало, что ведущие инвестиционные менеджеры увеличили среднюю операционную маржу до 35 % за период 2014–2017 гг., опередив своих коллег на четыре процентных пункта. Некоторые из этих фирм сделали это, инвестируя в новые технологии, которые, в свою очередь, могут повысить производительность и эффективность инвестиционной аналитики, одновременно высвободив ресурсы для более прибыльной деятельности. Успех был сконцентрирован на этих лидерах, что позволило создать надежный бренд среди инвесторов. Эти фирмы воспользовались этим доверием, чтобы получить 19-процентную плату по сравнению с конкурентами. Многие малые и средние инвестиционные менеджеры, испытывающие недостаток в масштабе, борются за поддержание прибыльности. Для этих фирм правильный выбор инвестиций для развития рынка и продуктов является обязательным условием устойчивого роста [2, с. 8].

Диверсификация: приобретения и доли меньшинства ведут к тому, что многие управляющие инвестициями ищут стратегические приобретения. Эти приобретения могут добавить новые рынки, предложения продуктов и инвестиционные возможности. Конечным результатом является то, что цены сделок, предлагающих такое расширение возможностей, растут. Стратегии диверсификации часто реализуются посредством приобретений. Многие инвестиционные менеджеры также ищут миноритарные пакеты для выхода на новые рынки. Недавние инвестиции ведущего американского инвестиционного менеджера в приложение для микроинвестиций Acorns помогают понять, как привлечь молодых (т. е. поколение Z) инвесторов в мир мобильной связи. Эта сделка может также помочь действующей фирме диверсифицировать свои возможности распространения в приложения и чат-ботов.

2. Каковы возможности для более эффективной работы нашей компании?

Раскрытие моделей робо-консультантов для регуляторов. Регулирующие органы в Китае совместно выпустили руководящие принципы для финансовых учреждений, предоставляющих роботизированные консультационные услуги, которые теперь требуют одобрения регулирующих органов [3, с. 17]. Финансовые организации также должны сообщать такую информацию об используемой модели, как ключевые параметры, логика распределения активов и раскрытие информации о рисках. Китай лидирует в регулировании работы роботов-консультантов, и в 2019 г. могут последовать другие регуляторы.

Облачная и расширенная аналитика повышает эффективность затрат. Инвестиционные менеджеры быстро используют облако для определенных и неопределенных процессов. Перемещение в облако обеспечивает технологическую гибкость, которая была бы слишком дорогостоящей для поддержки внутренних систем для большинства фирм. Облако также предоставляет возможности хранения и обработки

по требованию, позволяющие новые разработки, такие как расширенную аналитику. Расширенная аналитика позволяет обрабатывать практически все виды структурированных и неструктурированных данных, чтобы улучшить процесс принятия решений.

3. Как мы можем обеспечить следующий уровень обслуживания клиентов?

Обеспечение нового уровня обслуживания клиентов. Существующие сегменты клиентов важны для продолжения деятельности и, как правило, требуют дополнительных инвестиций. Однако обслуживание клиентов в новых демографических группах с различными предпочтениями обычно требует скачка к новым возможностям. Некоторые новые фирмы по управлению инвестициями нацеливаются на Millennials – сегмент, который, по оценкам, должен составить 15 трлн долл. в течение следующих 15–20 лет, причем с инновационными возможностями. Они затрагивают несколько тысячелетних предпочтений: технологически ориентированный интерфейс, низкая стоимость, прозрачность и тематическое инвестирование, включая социальное воздействие. Технологическая платформа и ее бизнес-модель были разработаны в эпоху цифровых технологий, но ее легкость привлекает не только миллениалов [4]. Процесс открытия счета в цифровую эпоху может быть отдельным. Весь процесс, от загрузки приложения до пополнения счета, обычно можно завершить на мобильном телефоне примерно за 20 мин. Несмотря на то что есть несколько уникальных учетных записей и идентификационных номеров, которые понадобятся новым пользователям, большая часть «бумажной работы» продумана. Цифровая эра отбрасывает идею о том, что документы необходимы для размещения информации. Устаревшее системное сопротивление часто препятствует появлению новых операционных моделей или радикально преобразованных операционных моделей. Фирмы по управлению инвестициями, как правило, плохо оценивают свою способность управлять изменениями в своей операционной модели с помощью цифровых технологий. Отвечая на вопрос об их возможностях цифрового преобразования, только 16 из 73 опрошенных фирм назвали себя цифровыми сроками погашения.

Голосовые помощники. Одной из областей цифрового преобразования, охватывающей сегменты клиентов, включая Millennials, являются цифровые голосовые помощники (DVA). Опыт клиентов является одним из наиболее важных факторов, помимо эффективности инвестиций, для обеспечения конкурентного преимущества. Интеграция DVA входит в пространство управления инвестициями, и некоторые фирмы могут использовать его, чтобы порадовать существующих клиентов и привлечь новые сегменты [5, с. 6]. Цифровой голос может стать следующим интерфейсом клиента. Богатство цифрового голосового интерфейса может варьироваться, подобно тому, как мобильные приложения все еще развиваются. Поэтому глубина и широта функциональности, скорее всего, отделят действительно исключительное от остальных. Фирмы, которые преуспели, вероятно, смогут предоставлять широкий спектр услуг через DVA. Наиболее успешный DVA также будет многоканальным по доставке результатов, обмену информацией и подтверждению.

Принятие различных подходов к изменениям может быть важно по мере ускорения темпов технического прогресса. Традиционные подходы могут работать недостаточно быстро. От чат-ботов и приложений до виртуальных агентов инвестиционные менеджеры должны быть готовы экспериментировать, чтобы выиграть Millennials в качестве клиентов. Взаимодействие с клиентами и построение значимых отношений будут в центре внимания как никогда, поскольку инвестиционные менеджеры будут бороться за активы в 2019 г. Многие инвестиционные менеджеры будут стремиться предлагать новые порталы для клиентов, скорее всего, путем приобретения или сотрудничества с технически подкованными фирмами.

Литература

1. Conrad, L. Funds with the largest inflows year-to-date / A. Shilling. – Financial Planning – New-York : Simon & Schuster, 2018. – 264 p.
2. Dannemiller, D. Building regulatory-ready organizations / J. Lynette DeWitt, A. Gajjaria. – Deloitte University Press, 2017. – 15 с.
3. Patterson, J. BlackRock acquires Cachematrix, expanding its cash management capabilities / J. Patterson // Finance Magnates, 2017. – 25 p.
4. ROBO ADVISOR: Can Robinhood and Acorns grow into their valuations? / NEXT, 2018. – Mode of access: <https://next.autonomous.com/thoughts/canrobinhood-and-acorns-grow-into-their-valuations>. – Date of access: 30.03.2019.
5. Walker, O. Global investors lick lips as China opens to asset firms / O. Walker // Financial Times, 2018. – 31 p.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ БАНКОВ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ
ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****Е. В. Лагунина***Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск*

Научный руководитель Н. Н. Морозова

Целью исследования является анализ тенденций цифровой трансформации банковской сферы, выявление факторов, препятствующих цифровизации, выработка предложений по дальнейшему развитию электронных технологий в финансово-кредитной сфере Республики Беларусь. В рамках исследования использовались теоретические методы (сравнительный анализ, анализ тематической литературы и законодательства), а также эмпирический метод (беседы и интервью с работниками финансово-кредитной сферы).

Процессы цифровой трансформации в экономике Республики Беларусь определены Государственной программой развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг. и Декретом Президента Республики Беларусь от 21.12.2017 г. № 8 «О развитии цифровой экономики».

Цифровое развитие Республики Беларусь ярко проявляется в банковском секторе. За последние несколько лет существенно изменились внутренние процессы, организационные структуры и сервисы финансово-кредитных учреждений страны. Основными трендами цифровой трансформации банков являются комплексная автоматизация бизнес-процессов, в том числе путем внедрения систем CRM, перевод клиентов в удаленные каналы сервиса посредством интернета и мобильных устройств. Отдельными банками внедрены элементы биометрической идентификации, реализуются проекты в сфере блокчейн технологий, созданы экосистемы с финтех-компаниями. Наличие широкого спектра электронных каналов сервисного взаимодействия позволило банкам выстраивать целевые программы, предлагать клиентам услуги на основе анализа транзакционного поведения и истории обслуживания.

Индикатором степени влияния новых сервисов на белорусов является изменившаяся поведенческая модель при совершении повседневных покупок. Наряду с наличными деньгами статус полноправного платежного инструмента приобрели банковские карточки, с помощью которых в 2018 г. проведено 86,2 % платежей по количеству операций и 49,9 % – по сумме операций [1].

Благодаря цифровой трансформации банков происходит расширение спектра клиентских сервисов при одновременном снижении их стоимости, повышается объем и частота проведения финансовых операций ввиду возможности удаленного круглосуточного взаимодействия с финансово-кредитными учреждениями. В свою очередь,

широкий охват банками населения существенно повышает объемы доходов от реализации продуктов и услуг, снижает операционные затраты с учетом высвобождения банками отдельных категорий персонала и сокращения отделенческой сети.

Обратной стороной цифровизации являются следующие проблемные моменты:

- необходимость поддержания клиентами надлежащего уровня знаний для самостоятельного проведения банковских операций, перекладывание на них ответственности за ошибки при совершении платежа, а также необходимость обладания соответствующими работоспособными техническими средствами (мобильный телефон или компьютер с выходом в сеть интернет).

- высокие затраты на внедрение и поддержание актуальности новых технологий. Существенная стоимость внедряемого программного обеспечения обуславливает необходимость проведения длительных процедур закупок, а ограниченность рынка белорусских поставщиков приводит к необходимости приобретения услуг крупных мировых компаний с завышенными ценами. Приобретая услуги зарубежной компании банк может потерять гибкость внедрения новых проектов по сравнению с конкурентами, имеющими внутренних разработчиков программных решений и сервисов.

- незрелость белорусского рынка банковских услуг. Банки стремятся к внедрению мирового передового опыта в сфере цифрового банкинга [2]. Однако запуск опробованных за рубежом продуктов может столкнуться с законодательными ограничениями (например, предоплаченные карточки) или неготовностью потребителей. Пример платежных карт показывает, что на формирование спроса, законодательства, инфраструктуры и насыщения данного сегмента рынка потребовалось более 10 лет.

- несоответствие организационных структур банков и компетенций персонала реалиям цифровой эпохи. Для цифровой трансформации банков важна эффективность внутреннего управления данным процессом. Зачастую функциональность подразделений банка ограничивается лишь отдельными вопросами его деятельности и для обеспечения планомерной работы по трансформации требуется перестройка организационных структур и выделение новых управленческих звеньев. Общей для банков является проблема недостатка компетенций персонала для внедрения и сопровождения новых технологий (сервисов). Ввиду отсутствия соответствующей подготовки в учебных заведениях банки вынуждены переманивать работников с практическим опытом в какой-либо узкой сфере, что в ряде случаев необоснованно повышает стоимость указанных специалистов на рынке труда.

- отсутствие у ряда финансово-кредитных учреждений полнофункциональных автоматизированных банковских систем. Децентрализация программных комплексов и, соответственно, разрозненность цифровых каналов и интерфейсов электронных сервисов, невозможность гибкого перехода клиентов между ними не позволяют препятствуют масштабному развитию цифрового банкинга.

В то же время изменения банковского рынка за последние годы позволяют делать оптимистический прогноз технологического развития банков и достижения задач Стратегии развития цифрового банкинга в Республике Беларусь на 2016–2020 гг., одобренной постановлением Национального банка Республики Беларусь 02.03.2016 г. № 108. Хотя по-прежнему наблюдается некоторое отставание в применении лучших инновационных технологий в развитии рынка карточек и электронных денег, цифрового банкинга [3].

По результатам проведенного исследования сформулированы следующие предложения по дальнейшему развитию электронных технологий в финансово-кредитной сфере Республики Беларусь:

1. Необходимо обеспечение омниканальности банковских услуг, их максимальное наполнение и функциональная унификация для повышения доверия населения и уровня использования электронных сервисов. На сегодняшний день далеко не все сервисы переведены в цифровой формат, что особенно проявляется в сегменте услуг для юридических лиц.

2. Актуальным является внедрение в процесс обслуживания клиентов элементов биометрической аутентификации, что снизит риски и операционные затраты, в том числе при обслуживании клиентов в отделениях.

3. Целесообразно развитие специализированных удаленных центров продаж банковских услуг. Недостаточно пока используется банками потенциал такого канала удаленного обслуживания банка, как контакт-центр. Наряду с широким функциональным наполнением сервисными операциями работа в контакт-центре может быть максимально автоматизирована посредством внедрения технологий самообслуживания (речевые технологии, голосовая биометрия), расширения каналов доступа (интеграция мобильными приложениями, социальными сетями и мессенджерами).

4. Следует использовать возможности цифровых технологий для внедрения партнерств банков и небанковских учреждений (торгово-сервисных и страховых организаций, операторов мобильной связи, финтех компаний), что позволит развивать комплексные онлайн-экосистемы кросс-продаж клиентских сервисов, существенно расширяющие границы выбора для конечного потребителя.

5. Необходимо интенсивное развитие и использование всеми банками системы межбанковской идентификации, которая обеспечит возможность клиентам различных финансово-кредитных учреждений пользоваться сервисами любого финансово-кредитного учреждения, независимо от наличия счета в нем.

6. Важным является совершенствование организационных структур банков для обеспечения качественного управленческого процесса в условиях цифровой трансформации. Требуется переход на процессные и проектные технологии, выделение новых структурных единиц, – подразделений по цифровой трансформации, а также формирование новых компетенций персонала банка.

7. Подразделениям банков, ответственным за управление кадровыми ресурсами, необходимо формировать перспективные планы по прогнозированию изменений в компетенциях работников и мерах по своевременному обеспечению необходимого количества специалистов. Цифровизация требует от банковских работников доукомплектования спектра компетенций гибкими навыками (цифровые коммуникации, цифровая психология) и специализированными знаниями (создание цифрового контента, цифровая безопасность).

8. Целесообразно широкое применение комплекса аналитических методик, обеспечивающих качественную работу банков при цифровой трансформации. На этапе формирования стратегических планов можно ограничиться такими классическими инструментами, как SWOT и GAP-анализ. Но для поддержания непрерывной системы принятия управленческих решений на различных уровнях банка необходимо внедрение Big Data, системы интерактивных дэшбордов, продвинутой аналитики Business Intelligence, которые обеспечат автоматический сбор, накопление и аналитическую обработку любых массивов данных.

Л и т е р а т у р а

1. Основные показатели развития рынка банковских платежных карточек в Республике Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/payment/PlasticCards>. – Дата доступа: 20.03.2019.

2. Концепция развития платежной системы Республики Беларусь на 2016–2020 год. – Режим доступа: http://www.nbrb.by/Legislation/P_779.pdf. – Дата доступа: 20.03.2019.
3. Стратегия развития цифрового банкинга в Республике Беларусь на 2016–2020 годы. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/Legislation/documents/DigitalBankingStrategy2016.pdf>. – Дата доступа: 20.03.2019.

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. С. Беляева, А. В. Рудяк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»

Научный руководитель И. В. Ермонина

Лесное хозяйство Республики Беларусь – это развивающаяся отрасль национальной экономики, которая не только обеспечивает потребности народного хозяйства и населения в древесных и других продуктах леса, но и выполняет важные экологические и социальные функции.

В Республике Беларусь леса являются одним из основных возобновляемых природных ресурсов и важнейших национальных богатств. Леса и лесные ресурсы имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны, обеспечения ее экономической, энергетической, экологической и продовольственной безопасности. По ряду ключевых показателей, характеризующих лесной фонд (лесистость территории, площадь лесов и др.), Беларусь входит в первую десятку лесных государств Европы. Общая площадь лесного фонда Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2018 г. составляет 9582,0 тыс. га, покрытые лесом земли занимают 8260,9 тыс. га, 86,2 %. Лесистость – 39,8 %. Общий запас насаждений – 1796,0 млн га.

Несмотря на положительные тенденции развития лесного хозяйства, существуют и проблемы. Они препятствуют росту эффективности данной сферы экономики и доходов государства от использования древесины [1].

Выделяют следующие основные проблемы лесного хозяйства Республики Беларусь:

- 1) незначительное количество совокупности спелых и перестойных деревьев (267 м³/га на 2018 г.);
- 2) нерациональность в структуре лесов по породам деревьев;
- 3) неостребованность значительного количества древесины из-за отсутствия необходимой техники для сбора, транспортировки и обработки древесных ресурсов;
- 4) недостаточно эффективная структура управления лесным хозяйством;
- 5) низкие доходы лесного хозяйства в связи с низкими ценами на древесину на рынке;
- 6) отсутствие современной передовой техники для восстановления лесного фонда, заготовки древесины и проведения мероприятий по уходу в лесах.

Также выделяется такая важная проблема, как низкая интенсивность использования лесных ресурсов. Обычно рост интенсивности происходит там, где на единицу лесной площади затрачивается большое количество труда. Но количественные измерители степени интенсивности лесного хозяйства в Беларуси отсутствуют. Так как выращивание леса является длительным процессом, а затраты на него очень трудно сопоставить. Во время некоторых лесовосстановительных мероприятий не производится продукция, которая пригодна для реализации потребителю. Она может быть получена только через продолжительный промежуток времени при главной вырубке леса. Совокупным показателем, который описывает интенсивность лесного хозяйст-

ва можно назвать корневую стоимость древесины, на которую устанавливаются определенные тарифы в денежном эквиваленте. Но и такая система оплаты не является рациональной в связи с низкими доходами от сбыта древесины.

На сегодняшний день продукция лесного хозяйства Республики Беларусь оказывает значительное влияние на развитие многих отраслей экономики: строительство, ТЭК, химическая и машиностроительная промышленность. Единственный минус – это низкая конкурентоспособность лесной продукции на международном рынке. Проведенные исследования лесного фонда страны показываются, что возраст лесов и их состояние может негативно влиять на развитие всего лесного комплекса. Эффективным вариантом решения всех проблем и повышения эффективности функционирования лесного хозяйства является кластерный подход. Такая модель успешно работает в Финляндии и других зарубежных странах, богатых лесами [2], [3].

Основные направления развития лесного хозяйства Беларуси:

1. Изменение характера лесопользования.

В 2018 г. лесовосстановление и лесоразведение проведены на общей площади 41,2 тыс. га (115,6 % к годовому плану), в том числе за счет посева и посадки леса заложено 34,8 тыс. га новых лесов (110, % к годовому плану). В общем объеме лесокультурного производства хвойные и твердолиственные породы занимают 96,7 % (33,64 тыс. га), мягколиственные (береза, липа, ольха черная и прочие) – 3,3% (1,16 тыс. га);

2. Повышение объемов выпуска изделий из лесного сырья с высокой долей добавочной стоимости.

3. Расширение экспортной деятельности страны.

4. Реорганизация структуры управления лесным хозяйством на основе создания кластера.

Кроме этого отмечается необходимость развития активной инвестиционной деятельности, которая повлияет на рост доходов в лесной отрасли экономики, объемов поставок продукции в пределах государства.

Приоритетными направлениями инвестиционной деятельности в лесном хозяйстве являются: техническое перевооружение лесохозяйственного, лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств, строительство лесохозяйственных дорог, создание и развитие инфраструктуры по заготовке и доставке древесного топлива в республике, развитие инфраструктуры охотничьего хозяйства, жилищное строительство [4].

Таким образом, лесное хозяйство Республики Беларусь решает государственные задачи в области воспроизводства, охраны и защиты лесов, рационального использования лесных и охотничьих ресурсов и вносит весомый вклад в обеспечение экономической, экологической и продовольственной безопасности страны.

Литература

1. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.mlh.by/>. – Дата доступа: 02.04.2019.
2. Лесное хозяйство // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. – СПб., 1890–1907.
3. Лесная энциклопедия / гл. ред. Г. И. Воробьев. – М. : Совет. энцикл., 1985. – Т. 1. – 563 с.
4. Новицкая, Р. Е. Лесное хозяйство в Беларуси: прошлое и настоящее / Р. Е. Новицкая, Д. Н. Лепешко, Т. Ф. Добыш. – Минск : ред. журн. «Лес. и охотничье хоз-во», 2013. – 615 с.

**ИМИДЖ-АГЕНСТВО: РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ
БИЗНЕС-МОДЕЛИ СТАРТАП-ПРОЕКТА****Н. О. Скачеляс***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Целью исследования является анализ преимуществ бизнес-моделей перед бизнес-планами, актуальности их применения и удобство в использовании.

Методикой проведения исследования выбрано изучение бизнес-модели на примере имидж-агентства СК.

Сегодня в рамках белорусской экономики созданы все условия для создания, представления и реализации стартап-проектов. Стартап-проект – это временная структура, направленная на поиск и реализацию масштабированной бизнес-идеи. Основные признаки стартап-проектов – это использование новых технологий, новых идей, не использованных ранее, большая скорость развития проекта и чаще всего отсутствие финансирования.

Во время развития стартап-проекта возникает ряд нюансов и проблем. Основная из них – это денежная поддержка. Ввиду того что молодые стартаперы на начальном этапе не имеют репутации и прибыли от своих проектов, они вынуждены искать инвесторов. Другая проблема стартапа – время его развития. Она связана с незнанием теории продвижения стартапов по времени. Сам по себе подобный проект характеризуется не просто развитием, а быстрым развитием, и отводится на этот этап от 6 до 8 месяцев. Далее, если проект не начинает приносить прибыль и окупать себя, его закрывают. Третья проблема связана с тем, что группа людей, объединяясь в стартап-проект, на начальном этапе не обладает достаточным опытом в организации производства (обеспечения) услуг и т. д., что приводит к разногласиям и препятствует развитию стартапа в самостоятельный проект. Как правило, именно на этом этапе стартап-проекты закрываются.

Белорусские стартап-компании – это новые молодые бизнесы, большинство из которых (88,9 %) работает на рынке менее трех лет. Основная часть стартап-компаний (47,1 %) работает менее одного года (рис. 1) [1].

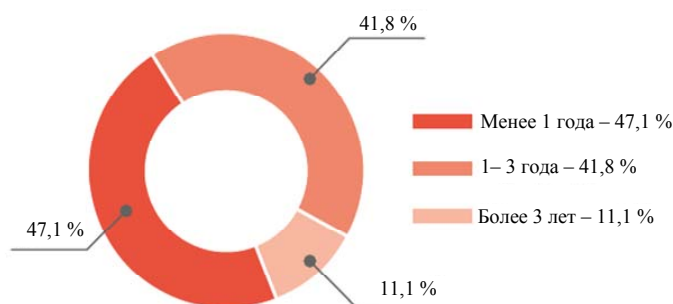


Рис. 1. Данные по белорусским стартап-компаниям

Для правильной организации бизнеса и минимизации издержек составляются бизнес-модели. Бизнес-модель — это новый инструмент проектирования и планирования бизнес-процессов. Они направлены на поиск наиболее эффективных решений в извлечении прибыли. Мощный толчок процесс построения бизнес-моделей полу-

чил с массовым развитием электронной коммерции. Сегодня эти инструменты используются не только в онлайн-сфере, но и в традиционных бизнес-отраслях. Бизнес-модель – это аналитический инструмент, который в схематизированном, визуальном виде дает описание всех процессов в компании и помогает найти точки для получения прибыли.

Любое моделирование начинается с оценки существующей ситуации и формулировки целей. Далее построение бизнес-моделей связано с выбором подходящего шаблона и его грамотным заполнением. Остервальдер – главный идеолог бизнес-моделирования в мире, – говорит, что процесс «дизайна» включает пять основных этапов:

Мобилизация. На этой стадии необходимо провести подготовительные исследования, оценить ресурсы, наметить цели и, главное, собрать необходимую команду.

Понимание. Этот этап связан с погружением в ситуацию, т. е. в это время нужно понять, что происходит на рынке и в каких условиях придется вести бизнес.

Дизайн. Эта стадия связана с порождением идей, чаще всего они появляются в результате «мозгового штурма» команды. На этом этапе необходимо найти несколько жизнеспособных идей для ведения бизнеса и подобрать к ним соответствующие шаблоны бизнес-моделей.

Применение. Эта стадия связана с тестированием выработанной модели к реальным условиям рынка и ее корректировка под существующие обстоятельства.

Управление. Это этап использования модели с периодической оценкой ее эффективности и внесением корректив в ее функционирование.

Для создания бизнес-моделей используется множество различных онлайн и оффлайн схем и методик. Мы рекомендуем онлайн-приложение LEANSTACK. Leanstack – инструмент для разработки бизнес-моделей. Отличительные черты этого приложения – удобство и простота использования, возможность удаленной работы в команде, практичность, а также оно бесплатно и позволяет наглядно анализировать бизнес с разных сторон.

| PROBLEM | SOLUTION | UNIQUE VALUE PROPOSITION | UNFAIR ADVANTAGE | CUSTOMER SEGMENTS |
|---|--|--|--|--|
| Проблемы нашего клиента: – нужно вывести новый продукт на рынок; – нужно повысить узнаваемость компании, создать определенный имидж; – нужно помочь новым сотрудникам быстрее адаптироваться в рабочем процессе; – нужно разгрузить техподдержку компании | 1. Создание стильного, короткого рекламного ролика, который обеспечит узнаваемость товара/услуги 2. Создание имиджевого видеоролика с использованием сивмовили, логотипов, названий компании и т. д., который отразит все ценности, приоритеты и позицию компании. Повышение узнаваемости и закрепление имиджа на рынке, что способствует увеличению количества лидов и новых клиентов | Мы готовы решить все ваши проблемы, используя видеоролик. Приступим? | Свежий взгляд Оригинальность Узкая специализация: – мы делаем исключительно рекламные и имиджевые видеоролики и поэтому являемся лучшими в этом сегменте Выдержанный стиль Пунктуальность в работе | Стартап-проекты Индивидуальные предприниматели Субъекты малого бизнеса |

Бизнес-модель – это лучшее решение для организации и планирования деятельности стартапа, чем традиционный бизнес-план. Блоки бизнес-модели – это гипотезы основателей стартапа, которые в процессе разработки тестируются и дорабатываются.

Благодаря бизнес-моделям множество стартапов имеют возможность в короткие сроки построить максимально сбалансированную и стабильную систему работы всей организации в целом. Бизнес-модели позволяют осмотреть проект со всех сторон, выявить его сильные и слабые стороны, узкие места, что способствует минимизации издержек, возникающих при тестировании стартапов. Это очень важно, потому что чаще всего стартап-команда ограничена в ресурсах.

Бизнес-модель – верное решение в становлении любого бизнеса!

Литература

1. Демографический ежегодник Республики Беларусь, 2017 : стат. сб. – Минск, 2017. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_8031/. – Дата доступа: 03.03.18.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. А. Скрыбинская, Е. И. Рыбалко

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Селюжицкая

Под производительностью труда понимают эффективность, полезность конкретного труда, которая выражается в создании в единицу рабочего времени (или на одного работника) определенного количества потребительных стоимостей [0].

Существуют различные показатели производительности труда. Для укрупненных расчетов, например, по видам экономической деятельности или по экономике в целом, можно использовать показатель, рассчитанный путем деления добавленной стоимости на численность работников:

$$w = \frac{\text{ВДС}}{T}, \quad (1)$$

где w – производительность труда; ВДС – валовая добавленная стоимость по виду экономической деятельности; T – число работников по виду экономической деятельности.

Средняя производительность труда рассчитывается по всем видам экономической деятельности путем деления суммарной ВДС на суммарную численность работников.

На изменение средней производительности труда влияют два фактора: изменение уровней производительности труда по отдельным видам экономической деятельности и изменение структуры работников.

Цель данного исследования – выявить роль отдельных факторов в изменении средней производительности труда в экономике Республики Беларусь в 2017 г. по сравнению с 2016 г.

Динамика производительности труда по видам экономической деятельности в Республике Беларусь за 2016–2017 гг.

| Виды экономической деятельности | Производительность труда, тыс. р. на человека | | Темп роста производительности труда, % |
|---|---|---------------------------|--|
| | Базисный период (2016 г.) | Отчетный период (2017 г.) | |
| Сельское, лесное и рыбное хозяйство | 15,4 | 19,2 | 124,7 |
| Горнодобывающая промышленность | 56,4 | 69,5 | 123,2 |
| Обрабатывающая промышленность | 22,0 | 26,4 | 120,0 |
| Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом | 36,1 | 35,0 | 97,0 |
| Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений | 14,7 | 15,8 | 107,5 |
| Строительство | 17,5 | 19,8 | 113,1 |
| Оптовая и розничная торговля; ремонт автомобилей и мотоциклов | 16,4 | 17,8 | 108,5 |
| Транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность | 18,2 | 20,4 | 112,1 |
| Услуги по временному проживанию и питанию | 8,5 | 9,8 | 115,3 |
| Информация и связь | 46,6 | 51,3 | 110,1 |
| Финансовая и страховая деятельность | 53,3 | 56,9 | 106,8 |
| Операции с недвижимым имуществом | 61,0 | 76,4 | 125,2 |
| Профессиональная, научная и техническая деятельность | 19,0 | 20,6 | 108,4 |
| Деятельность в сфере административных и вспомогательных услуг | 10,2 | 11,3 | 110,8 |
| Государственное управление | 17,7 | 20,2 | 114,1 |
| Образование | 8,7 | 9,3 | 106,9 |
| Здравоохранение и социальные услуги | 10,4 | 11,1 | 106,7 |
| Творчество, спорт, развлечения и отдых | 9,4 | 10,9 | 116,0 |
| Предоставление прочих видов услуг | 8,3 | 9,4 | 113,3 |
| Средняя | 23,7 | 26,9 | 113,5 |

Источник. Собственная разработка на основании [2].

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что наибольшая производительность труда в 2017 г. прослеживается в таком виде экономической деятельности, как операции с недвижимым имуществом (76,4 %), а наименьшая – образование (9,3 %). Также на основании анализа динамики производительности труда мы видим, что наибольший темп роста наблюдается в таком виде экономической деятельности, как операции с недвижимым имуществом (125,2 %), а наименьший – снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом (97,0 %).

Для анализа изменения средней производительности труда в целом по видам экономической деятельности рассчитаем индекс средней производительности труда:

$$I_{\bar{w}} = \frac{\bar{w}_1}{\bar{w}_0} = \frac{26,9}{23,7} 100 \% = 113,5 \%$$

Изменение средней производительности труда в абсолютном выражении рассчитывается по формуле

$$\Delta \bar{W} = 26,9 - 23,7 = 3,2 \text{ тыс. р. на человека.}$$

В результате расчета оказалось, что средний уровень производительности труда в отчетный период по сравнению с базисным под влиянием двух факторов вырос на 13,5 %, или на 3,2 тыс. р.

Влияние первого фактора на изменение средней производительности труда определяется с помощью индекса постоянного состава:

$$W'_0 = \frac{\sum W_{0i} \cdot T_{1i}}{\sum T_{1i}} = \frac{(15,4 \cdot 416,6) + (56,4 \cdot 10,4) + \dots + (8,2 \cdot 74,0)}{4347,5} = 18,5 \text{ тыс. р. на человека;}$$

$$I_{\bar{w}} = \frac{\bar{w}_1}{\bar{w}'_0} = \frac{26,9}{18,5} 100 \% = 145,4 \%$$

Рассчитаем абсолютные изменения средней выработки за счет влияния первого фактора (изменения производительности труда в отдельных видах экономической деятельности):

$$\Delta \bar{W}_w = 26,9 - 18,5 = 8,4 \text{ тыс. р. на человека.}$$

Таким образом, средний уровень производительности вырос на 45,4 %, или 8,4 тыс. р. за счет увеличения уровней производительности труда по отдельным видам деятельности.

Влияние структурных изменений в численности работников оценивается с помощью индекса структурных сдвигов:

$$I_{\text{стр}} = \frac{\bar{w}'_0}{\bar{w}_0} = \frac{18,5}{23,7} 100 \% = 78,1 \%$$

Рассчитаем абсолютное изменение средней выработки за счет влияния доли численности работников с разным уровнем производительности труда:

$$\Delta \bar{W}_{\text{стр}} = 18,5 - 23,7 = -5,2 \text{ тыс. р. на человека.}$$

Проведенные расчеты показывают, что вследствие изменений в структуре численности работников средняя производительность труда уменьшилась на 21,9 %, или на 5,2 тыс. р.

Все три индекса взаимосвязаны между собой:

$$I_{\bar{w}} = 1,454 \cdot 0,781 = 1,135.$$

Абсолютное изменение средней выработки равно сумме изменений за счет влияния двух факторов: $\Delta \bar{w} = \Delta \bar{w}_w + \Delta \bar{w}_{стр} = 8,4 + (-5,2) = 3,2$ тыс. р. на человека.

Проведенное исследование показало, что в 2017 г. по сравнению с 2016 г. средняя производительность труда в экономике Республики Беларусь увеличилась только благодаря росту производительности труда по отдельным видам экономической деятельности, тогда как структурные изменения в численности работников негативно отразились на его изменении. Это свидетельствует о том, что увеличился удельный вес работников тех видов деятельности, в которых уровень выработки был ниже. Для того чтобы обеспечить рост средней производительности труда за счет структурного фактора, необходимо создавать больше рабочих мест в тех видах деятельности, где наблюдается более высокий уровень выработки.

Литература

1. Василевская, Л. И. Статистика промышленности и бизнеса. Практикум : учеб. пособие / Л. И. Василевская, И. И. Колесникова. – Минск : БГЭУ, 2015. – 363 с.
2. Национальные счета Республики Беларусь. – 2019. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika>. – Дата доступа: 20.03.2019.
3. Тумасян А. А Учебное пособие / Л. И. Василевская – М. : НИЦ Инфра-М ; Минск : Новое знание, 2012. – 430 с.

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ ПОВЕДЕНИЕМ СОТРУДНИКОВ

В. А. Чешко

*Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Глухова

Для достижения высоких результатов деятельности предприятия необходимо эффективно управлять поведением всех сотрудников – от рабочих, осуществляющих процесс производства продукции, до руководителей, занимающихся различными аспектами управленческой деятельности. Одним из ведущих факторов системы мотивации и стимулирования труда работников выступает трудовое вознаграждение. Поэтому существует объективная необходимость в изучении влияния размера заработной платы на поведение сотрудников, а также оценке влияния поведения сотрудников на уровень их трудового участия в общем процессе труда. Необходимо выявить, в какой степени заработная плата определяет организационное поведение персонала. В качестве объекта исследования выступил ГП «Совхоз-комбинат «Заря» [1, с. 360].

Итак, основным инструментом управления организационным поведением отдельного работника и трудового коллектива в целом является заработная плата. Ее влияние значительно, и в идеальном варианте должен действовать принцип «каждый сотрудник, желающий больше зарабатывать, должен эффективно себя самоорганизовать к эффективной работе». Однако этот принцип работает только в том случае, если

он готов разделить с нанимателем ответственность за свою трудовую жизнь и ее качество. На практике рассмотренный оптимистичный вариант встречается нечасто.

В ГП «Совхоз-комбинат «Заря» тарифные ставки (должностные оклады) работников устанавливаются исходя из 40-часовой продолжительности рабочей недели, а для работников, занятых на работах с вредными условиями труда согласно статье 113 ТК, – исходя из сокращенной продолжительности рабочего времени – не более 35 ч в неделю. Для работников моложе 18 лет устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени; в возрасте от 14 до 16 лет – не более 23 ч в неделю, от 16 до 18 – не более 35 ч в неделю. Применяются обе формы оплаты труда – сдельная и повременная, – а также их системы: сдельно-премиальная и повременно-премиальная.

Выплата заработной платы работникам производится 10 и 25 числа (авансовые платежи) каждого месяца, что установлено в Коллективном договоре. В организации соблюдается платежная дисциплина, и задержки выплаты трудового вознаграждения отсутствуют. Динамику размера средней заработной платы представим в табл. 1.

Таблица 1

**Размер средней заработной платы в ГП «Совхоз-комбинат «Заря»
в 2015–2016 гг.**

| Показатели | 2015 | 2016 | Отклонение (+, –) | Темп изменения, % |
|------------------------------------|--------|------|-------------------|-------------------|
| Среднегодовая заработная плата, р. | 1149,8 | 1179 | 29,2 | 102,5 |

Согласно данным табл. 1 размер средней заработной платы увеличился на 2,5 % в 2016 г. по сравнению с 2015 г. Незначительное повышение средней заработной платы при ее достаточно высоком абсолютном уровне стимулировало сотрудников к эффективному труду. Это подтверждает анализ соотношения темпа роста средней заработной платы и темпа роста производительности труда работников (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика темпов роста средней заработной платы
и производительности труда работников
в ГП «Совхоз-комбинат «Заря»**

| Показатель | 2015 г. | 2016 г. | Отклонение | Темп роста, % |
|--|---------|---------|------------|---------------|
| Среднегодовая заработная плата одного работника, р. | 1149,8 | 1179,0 | 29,2 | 102,5 |
| Среднегодовая ПТ одного рабочего, млн р. | 45,0 | 48,0 | 3,0 | 106,6 |
| Соотношение темпов роста производительности труда и средней заработной платы | – | 1,04 | – | – |

По данным табл. 2 можно сделать вывод, что производительность труда увеличилась на 6,6 %. При относительно невысоком темпе роста заработной платы она все-таки стимулировала работников. Если сравнивать показатель темпа роста, то показатель производительности труда увеличился на 4 %. Это значит, что на предприятии проводится грамотная экономическая политика, которая позволяет формиро-

вать ресурсы для его дальнейшего развития, а также создавать условия для расширенного воспроизводства рабочей силы и ее приверженности организации.

Заработная плата, оказывая влияние на организационное поведение сотрудников, служит стимулом для повышения уровня их трудового участия. Также заработная плата несет мотивационную функцию: удовлетворяя потребности сотрудника, она мотивирует работника к дальнейшей работе в пределах данной организации и достижению высоких результатов [2, с. 11].

Рассмотрим взаимосвязь заработной платы и организационного поведения сотрудника в трудовом коллективе на рис. 1.



Рис. 1. Взаимосвязь заработной платы и организационного поведения сотрудника в ГП «Совхоз-комбинат «Заря»

На рис. 1 представлена взаимосвязь между заработной платой и организационным поведением сотрудника, носящая мотивационный характер. Весь процесс разделен на три стадии. На первой стадии заработная плата служит для сотрудника стимулом для дальнейшего осуществления трудовой деятельности. На второй – сотрудник удовлетворяет свои потребности, достигает каких-то определенных своих целей. На этом этапе работник становится еще более мотивированным к работе. На третьей стадии происходит уже изменение поведения сотрудника, т. е. повышается заинтересованность к получению высоких результатов, усиливается приверженность к организации и т. д. С помощью своих знаний, умений, навыков он делает больший объем работы и, следовательно, увеличивается индивидуальный коэффициент его трудового участия [3, с. 10].

В качестве материального фактора улучшения качества трудовой жизни работникам ежемесячно выплачиваются следующие доплаты:

- доплата за тяжелые условия труда в размерах и порядке, предусмотренных законодательством о труде;
- доплата за совмещение профессий (должностей), расширение зоны обслуживания, увеличение объема производства;
- доплата за работу в вечерние и ночные часы;
- доплата за руководство сменой;
- доплата за сверхурочную работу;
- доплата за работу в выходные и праздничные дни.

Также большое влияние на поведение сотрудников оказывает размер премии. В ГП «Совхоз-комбинат «Заря» используются такие виды материального стимулирования, как вознаграждение по итогам работы за год, текущие премии (ежемесячные, ежеквартальные), единовременные вознаграждения к праздничным датам (8 марта, 23 февраля, Новый год, День Независимости).

Таким образом, заработная плата является одним из эффективных инструментов управления трудовым поведением сотрудников, которое, в свою очередь, оказывает влияние на производительность труда, качество работы, на объем производства, а также на морально-психологический климат в трудовом коллективе, трудовое уча-

стие работников и т. д. На примере ГП «Совхоз-комбинат «Заря» рассмотрено влияние размера заработной платы на производительность труда работников. Результаты показали, что повышение заработной платы на предприятии положительно повлияло на поведение работников, так как темп роста производительности труда по сравнению с темпом роста заработной платы был увеличен на 4 %. Проанализировано влияние заработной платы на трудовое участие сотрудников, которая выступает в качестве самого действенного инструмента влияния на поведение сотрудников.

Руководство ГП «Совхоз-комбинат «Заря» заинтересовано в эффективном организационном поведении каждого сотрудника, регулирование которого осуществляется с помощью заработной платы. Эффективность применения действующей системы мотивации и стимулирования труда можно оценить такими показателями, как объем произведенной продукции и производительность труда на одного работника (рабочего). По тенденции роста данных показателей можно утверждать, что предприятие активно осуществляет деятельность по материальному стимулированию работников, и в целом процесс управления трудовым поведением сотрудников протекает весьма успешно.

Литература

1. Аширов, Д. А. Организационное поведение : учеб. пособие / Д. А. Аширов. – М. : Проспект, 2006. – 360 с.
2. Красовский, Ю. Д. Организационное поведение : учеб. пособие / Ю. Д. Красовский. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – С. 11.
3. Базаров, Т. Ю. Управление персоналом : учеб. для вузов / Т. Ю. Базаров, Б. Л. Еремин. – М. : ЮНИТИ, 2005. – С. 10.

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

А. И. Чигрина

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск

Научный руководитель С. А. Пелих

Механизм управления объектом коммерческой недвижимости является составным элементом организационно-экономического механизма повышения экономической эффективности рынка коммерческой недвижимости Республики Беларусь.

Функционирование механизма управления объектом коммерческой недвижимости должно быть направлено на достижение двух взаимосвязанных целей: обеспечение экономической эффективности и инвестиционной привлекательности объекта коммерческой недвижимости, а также повышения стоимости объекта коммерческой недвижимости.

С одной стороны, достижение указанных целей сводится к текущему управлению недвижимостью и реализации краткосрочных целей собственников, касающихся поддержания рациональной экономической, финансовой, технической и хозяйственной областей недвижимости, а с другой стороны, реализация целей должна соответствовать стратегическим целям собственника и обеспечению развития объекта коммерческой недвижимости с точки зрения функциональности и экономической эффективности. В странах Западной Европы, где функционирует множество коммерческих компаний, специализирующихся на управлении недвижимостью, создаются свои собственные, характерные системы и структуры выполнения функций управления недвижимостью. Проведенное исследование зарубежной практики управления объектами коммерческой недвижимости, обусловленных типом управ-

ляемых объектов коммерческой недвижимости, позволило выделить три механизма управления, используемых в западноевропейской практике [1, с. 65]:

– механизм прямого управления объектом коммерческой недвижимости, когда функции управления полностью возложены на собственника или сотрудников, нанятых собственником, а также организованы в специализированную организационную единицу (ячейку);

– механизм косвенного управления, когда часть функций управления объектом коммерческой недвижимости возложены на управляющую организацию, но отдел управления создается на базе организации;

– механизм договорного управления, когда функции управления полностью переданы собственником объекта профессиональному менеджеру, действующему как физическое или юридическое лицо, на основании договора управления, заключенного в письменной форме с собственником объекта коммерческой недвижимости.

Построение механизма управления объектом коммерческой недвижимости должно осуществляться на основе разработанной концепции управления объектом коммерческой недвижимости, которая зависит от сегментарной принадлежности объекта, типа и функций объекта, формы собственности и инвестиционных ожиданий собственника недвижимости. Управление коммерческой недвижимостью охватывает своей сферой действия, направленные на формирование оптимальных технических, функциональных и экономических условий пользования имуществом, реализуя экономический потенциал коммерческой недвижимости и поставленные собственником инвестиционные цели. В соответствии с указанной целью определены следующие задачи управления объектом коммерческой недвижимости:

1) обеспечение наиболее эффективного варианта использования объекта коммерческой недвижимости, развитие и улучшение экспертной оценки характеристик трех уровней в соответствии с окружением объекта и рыночными условиями;

2) обеспечение сохранности объекта коммерческой недвижимости путем обеспечения его правильного содержания и эксплуатации;

3) рационализация состава и структуры коммерческой недвижимости;

4) улучшение технического состояния объекта коммерческой недвижимости путем проведения ремонтных работ (реконструкции);

5) повышение инвестиционной привлекательности и стоимости объекта коммерческой недвижимости;

6) увеличение доходности использования объекта коммерческой недвижимости путем выбора и успешного применения наиболее эффективного способа управления объектом;

7) использование объекта коммерческой недвижимости как инструмента привлечения инвестиций и внедрения инновационных технологий.

Обобщение теоретических наработок в области управления недвижимостью и практического опыта позволили выделить три области управления объектом коммерческой недвижимости, которые должны быть учтены при разработке механизма:

– управление техническим состоянием объекта (управление персоналом и эксплуатацией объекта, организация внешних услуг, необходимых для нормального функционирования объекта);

– управление финансовым состоянием объекта коммерческой недвижимости;

– управление поверхностью объекта коммерческой недвижимости (арендные отношения, продвижение объекта, заключение договоров аренды, поддержание контактов с клиентами и т. д.).

Техническое обслуживание объекта коммерческой недвижимости – это совокупность действий, направленных на обеспечение функциональности объекта коммерческой недвижимости, удобства использования и повышения стоимости при разумном уровне затрат и минимизации неудобств для пользователей. Основным нормативным правовым актом, регулирующим вопросы технической эксплуатации строительных объектов их обслуживания, а также риски, связанные с их поддержанием, является Закон Республики Беларусь № 300-З от 05.07.2004 г. «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь».

Управление поверхностью объекта коммерческой недвижимости должно включать в себя ряд мер, обеспечивающих архитектурно-пространственные удобства, направленные на эффективное использование поверхности объекта, с одновременным обеспечением комфорта и безопасности всех пользователей объекта.

В рамках управления поверхностью объекта коммерческой недвижимости выделены следующие направления деятельности: управление поверхностью объекта; предоставление основных услуг пользователям объекта; управление арендными отношениями. Управление финансами объекта коммерческой недвижимости, в особенности в процессе принятия инвестиционных решений, предполагает изучение методов финансирования, кредитования, управления денежными средствами, ценными бумагами, расчетно-кассовым и безналичным обслуживанием и другими финансовыми инструментами. Отправной точкой при выявлении сущности управления финансами объекта коммерческой недвижимости является общее управление финансами организации.

Для собственника объекта коммерческой недвижимости ставятся задачи по повышению экономической эффективности и инвестиционной привлекательности объекта коммерческой недвижимости, т. е. обеспечения более благоприятных условий для привлечения инвестора или повышения доходности объекта. Рациональный собственник объекта коммерческой недвижимости, при принятии решения об отчуждении или реконструкции объекта, должен провести предварительную подготовку объекта коммерческой недвижимости, которая может быть проведена самостоятельно или с привлечением профессиональной управляющей компании. Совокупность подготовительных мероприятий должны максимально повысить инвестиционную привлекательность объекта коммерческой недвижимости, представляемого на рынке, что позволит привлечь инвесторов. Формирование системы таких мероприятий является управленческим решением, которое должно быть построено на учете характеристик инвестиционной привлекательности объекта.

Принятие и реализация управленческих решений происходит через предложенный автором механизм управления, который должен формироваться применительно к индивидуальному объекту коммерческой недвижимости. Принципиальная основа этого механизма должна быть устойчивой, но внутренние составляющие могут трансформироваться под действием характеристик, индивидуальных для каждого объекта недвижимости. Следует подчеркнуть, что предположение о непосредственной связи механизма управления коммерческой недвижимостью с параметрами, отражающими инвестиционную привлекательность объекта, может быть полезно для теории и практики оценки как инвестиционной привлекательности рынка коммерческой недвижимости, так и экспресс-оценки индивидуальной стоимости объекта недвижимости и определения эффективности плановых управленческих мероприятий по отношению к объекту коммерческой недвижимости.

Литература

1. Kowalak, T. Integracja rynków kapitałowych w Unii Europejskiej / T. Kowalak. – Twigger. – Warszawa, 2006. – С. 121.

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ, СОДЕРЖАНИЕ, СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В УЧЕТНОЙ ПОЛИТИКЕ

Т. В. Петросянц

*Каспийский государственный университет технологий
и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Процесс разработки учетной политики представляет собой выбор определенной совокупности наиболее приемлемых для компании методов и способов ведения финансового учета и установление порядка их применения в конкретной хозяйственной ситуации.

Учетная политика должна быть создана и утверждена руководящим органом в течение 90 календарных дней со дня государственной регистрации юридического лица [1, с. 16].

В компаниях малого и среднего бизнеса учетная политика формируется главным бухгалтером и заверяется приказом или распоряжением директора организации. При этом главный бухгалтер может консультироваться или вовсе перепоручить формирование учетной политики специалисту в этой области, однако ответственность за утвержденную учетную политику несет главный бухгалтер.

Чтобы иметь представление о необходимости учетной политики, рассмотрим пример.

Допустим, предприятие имеет значительные основные средства в виде производственных зданий, сооружений, цехов, оборудования и т. п.

Как показывает практика, содержание таких фондов требует и значительных средств, кроме этого износ или амортизационные отчисления являются одним из компонентов себестоимости продукции и соответственно влияют на формирование дохода предприятия. В этом случае избирается один из методов начисления амортизации основных средств.

Необходимо применять метод, который оптимально будет регулировать себестоимость продукции в определенно сложившейся ситуации на рынке аналогичных выпускаемым предприятием товаров [2, с. 41].

При отсутствии каких-либо методик и способов ведения учета руководство использует профессиональное суждение в разработке определенных положений учетной политики. Процесс формирования учетной политики предприятия требует от ее создателей глубокого понимания необходимости и значимости такой учетной политики, поскольку разработка самой учетной политики для конкретного предприятия требует не столько больших затрат времени и средств, как строгого исполнения этих правил.

В структуре учетной политики целесообразно предусмотреть, как минимум, два раздела: организационно-технический и методический [3, с. 57].

В методическом разделе разработчик политики должен отразить и прописать все применяемые на предприятии способы учета.

Соответственно, данный раздел регламентирует:

- методы оценки активов и обязательств организации;
- методы признания доходов и расходов организации;
- методы калькулирования себестоимости.

Поскольку организации самостоятельно формируют учетную политику исходя из своей структуры, отрасли и других особенностей деятельности, то нередко организационно-технический раздел учетной политики делится на два самостоятельных раздела: организационный и технический (рис. 1).



Рис. 1. Структура учетной политики предприятия как корпоративного документа [23, с. 10]

Организационно-технический раздел определяет:

- состав бухгалтерии и организацию ведения бухгалтерского учета;
- форму бухгалтерского учета;
- технологию обработки учетной информации;
- порядок проведения инвентаризации;
- организацию системы внутреннего контроля;
- порядок движения документов – создание или их получение, принятие к учету, обработка, передача в архив, уничтожение (документооборот);
- рабочий план счетов бухгалтерского учета, содержащий синтетические и аналитические счета, необходимые для ведения бухгалтерского учета в соответствии с требованиями своевременности и полноты учета и отчетности.

Как известно, счета бухгалтерского учета представляют собой экономическую группировку, в которой систематизируется и накапливается текущая информация о состоянии средств, обязательствах и капитале в стоимостном выражении. Записи счетов имеют две стороны – дебет и кредит. Это метод двойной записи. Исходя из этого метода, актив всегда равен пассиву или дебет равен кредиту. Двойная запись – способ отражения хозяйственной операции на счетах, при котором один или несколько счетов дебетуют и один или несколько счетов кредитуют в одной и той же сумме. Взаимосвязь между счетами, отражающими данную операцию, называется корреспонденцией счетов, а счета, между которыми возникает эта связь, называются корреспондирующими счетами [21, с. 86].

В целом на основе критического анализа ряда научных публикаций считаем возможным представить процесс разработки учетной политики предприятия (далее – УПП) в виде последовательности трех этапов: проектного (предварительного), текущего (этап принятия решения) и заключительного (контрольного), содержание которых обобщенно изложено в таблице.

Процесс разработки учетной политики предприятия [24, с. 13], [25, с. 29]

| Название этапа | Содержание этапа | Результат |
|--------------------------------------|--|--|
| 1. Проектный (предварительный) этап | Анализ действующего законодательства, регулирующего выбранные направления, разделы и объекты учета. Анализ условий хозяйствования предприятия, его организационной структуры. Формирование долгосрочных и краткосрочных целей функционирования предприятия. Анализ фактического состояния бухгалтерского учета и системы внутреннего контроля. Определение цели формирования УПП | Определение объектов бухгалтерского учета, в отношении которых должна быть разработана УПП. Выбор структурных разделов УПП. Определение применяемых стандартов и форм бухгалтерского учета |
| 2. Текущий (этап принятия решения) | Подготовка документов по УПП, носящих организационно-распорядительный характер. Экономическое обоснование выбранного варианта УПП путем экономических расчетов и экспертных оценок | Утверждение совокупности возможных способов ведения учета, наиболее отвечающих специфики организации интересам пользователей |
| 3. Заключительный (контрольный) этап | Разработка рабочих планов счетов, форм первичных документов, форм отчетности. Разработка и утверждение структуры учетных регистров, графиков документооборота, порядок инвентаризации имущества и обязательств | Приказ об учетной политике. Утверждение готовых пакетов документации в отношении каждого аспекта УПП |

Таким образом, формирование учетной политики – это трудозатратный, многоплановый творческий процесс, от результатов которого зависит порядок функционирования учетной системы предприятия как минимум на один год.

Литература

1. Макишева, Ж. А. Делопроизводство в бухгалтерском учете : учеб. пособие / Ж. А. Макишева. – Алматы, 2012. – 254 с.
2. Кеулимжанов, К. К. Бухгалтерский учет в строительстве / К. К. Кеулимжанов, Н. А. Кудайбергенов. – Алматы : Экономика, 2007. – 310 с.
3. Макарова, Н. Н. Современные концепции формирования учетной политики для целей бухгалтерского учета : монография / Н. Н. Макарова. – М. : Финансы и статистика, 2009. – 152 с.

ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Б. Ф. Ботиров, Н. Ш. Номозова

Джизакский политехнический институт, Республика Узбекистан

Научный руководитель О. Б. Бердиев

Государственное регулирование национальной экономики представляет собой систему типовых мер законодательного, исполнительного и контролирующего характера, осуществляемых правомочными государственными учреждениями в целях

стабилизации и приспособления существующей социально-экономической системы к изменяющимся условиям. По мере развития рыночного хозяйства возникали и обострялись экономические и социальные проблемы, которые не могли быть решены автоматически на базе частной собственности. Появилась потребность вмешательства государства. Отраслевые и общехозяйственные кризисы, массовая безработица, нарушения в денежном обращении, обострившаяся конкуренция на мировых рынках требовали государственной экономической политики. В современных условиях государственное регулирование национальной экономики является составной частью процесса воспроизводства. Оно решает различные задачи: стимулирование экономического роста, регулирование занятости, поощрение прогрессивных сдвигов в отраслевой и региональной структуре, поддержка экспорта и т. д. Наиболее развитый механизм регулирования сложился в некоторых странах Западной Европы, в Японии, ряде быстро развивающихся стран Азии и Латинской Америки. Слабее представлена роль государства в экономике США, Канады, Австралии. Здесь не было серьезных социально-экономических потрясений, частный капитал обладал особенно сильными позициями. Тем не менее государственные органы и в этих странах играют заметную роль, особенно в периоды ухудшения конъюнктуры, при высоких показателях безработицы и инфляции. Для раскрытия роли государства в экономике страны необходимо рассмотреть такие категории, как субъекты, объекты, цели, инструменты регулирования.

Субъектами экономической политики являются носители, выразители и исполнители хозяйственных интересов. Это наемные рабочие и хозяева предприятий, фермеры и земельные собственники, мелкие и крупные предприниматели, управляющие и акционеры, лица свободных профессий, государственные служащие. У каждой из этих групп есть свои интересы, обусловленные их социально-экономическим положением, а также принадлежностью к тому или иному региону, виду деятельности.

Представители этих групп выражают свои интересы в средствах массовой информации, на митингах и обращаясь с просьбами, протестами, пожеланиями в государственные учреждения, ответственные за экономическую и социальную политику. *Выразителями хозяйственных интересов* являются носители экономических интересов, которые объединены в многочисленные союзы, ассоциации: профсоюзы, союзы предпринимателей, фермеров. Выразителями социально-экономических, политических, религиозных, культурных, экологических, специфически региональных интересов являются политические партии. Политические партии часто действуют от имени общенациональных интересов. Партии тесно связаны с выразителями и носителями экономических интересов. Например, во всем мире социал-демократические партии тесно связаны с профсоюзами, а союзы предпринимателей поддерживают консервативные, либеральные партии. Осуществлять программу государственной экономической политики будут исполнители хозяйственных интересов. *Исполнителями хозяйственных интересов* являются органы трех ветвей власти, построенные по иерархическому принципу. В государствах с федеративным устройством (США, Канада, Индия, ФРГ, Испания, Бразилия, Малайзия и др.) существуют федеральные и местные парламенты и правительства, соответственно защищающие общегосударственные и местные экономические интересы.

Объекты государственного регулирования – это регионы, отрасли, а также ситуации, явления и условия социально-экономической жизни страны, где возникли или могут возникнуть трудности, проблемы, не разрешаемые автоматически или разрешаемые в отдаленном будущем, в то время как снятие этих проблем настоятельно необходимо для нормального развития экономики и поддержания социаль-

ной стабильности. Наиболее актуальные объекты – экономический цикл, отраслевая и региональная структура хозяйства, условия накопления капитала, занятость, денежное обращение, платежный баланс, цены, НИОКР, условия конкуренции, социальные отношения, подготовка и переподготовка кадров, окружающая среда, внешнеэкономические связи. Перечисленные объекты носят различный характер, охватывают разные процессы-хозяйственный цикл, накопление капитала в масштабах страны, отдельные отрасли, территориальные комплексы, отношения между субъектами, условия конкуренции. В 1990 г. профессор Гарвардского университета Майкл Портер разработал теорию о том, что национальная конкурентоспособность определяется способностью промышленности постоянно развиваться и производить инновации. Сделан акцент на четыре основных составляющих эффективности: факторные условия (труд, природные ресурсы, инфраструктура, ресурс знаний, капитал); условия внутреннего и внешнего спроса; уровень развития родственных (технологически взаимодополняющих) и поддерживающих отраслей (поставщики комплектующих изделий, полуфабрикатов); конкуренция на внутреннем рынке, обеспечивающая фирме преимущество в будущем на внешнем рынке. Одной из первых эту теорию использовала Южная Корея, и при формировании кластеров две последних составляющих представляют особый интерес для стратегии поступательного развития экономики Узбекистана. Примером тому может служить и опыт Китая по созданию и развитию свободных экономических зон, когда перед инвесторами были поставлены жесткие условия и установлены минимальные пределы локализации по освоению производства новой продукции. Локализацией как инструментом промышленной политики пользуются не только развивающиеся страны, и не только ради импортозамещения. Так, в период кризиса, в 2008–2009 гг. в мире было реализовано более ста крупных проектов локализации. Из них в США – 14, в Канаде – 5. Как пример можно рассмотреть модель Сингапура по созданию конкурентоспособной экономики. На начальном этапе промышленной политики в Сингапуре весьма эффективно сочетались как элементы протекционизма (увеличение количества импортных квот), так и достаточно либеральный режим по отношению к прямым зарубежным инвестициям. Причем протекционизм сопровождался режимом полной валютной конвертации.

В Южной Корее также был период, когда подъем местной промышленности сопровождался мерами импортозамещения. В процессе становления обрабатывающих отраслей ведущая роль отводилась производству муки, сахара и переработке хлопка. Для ускоренного развития ключевых отраслей применялись протекционистские меры, они сохранялись даже в период экспортоориентированной модели экономики. Страна достигла уровня развития, достаточного для реализации сравнительных преимуществ путем развития текстильной, обувной, деревообрабатывающей и пищевой промышленности. Промышленная политика в странах Восточной Азии свидетельствует о том, что переход от модели импортозамещения к модели экспортрасширения не происходит легко и быстро. И четко выделить границу между моделями достаточно сложно. Именно на данном переходном этапе находится экономика Республики Узбекистан. Конкуренция на внутреннем рынке в большей степени связана со структурными проблемами в промышленности и не обеспечивает внешней конкурентоспособности. Поэтому одним из инструментов, на который делается акцент в Стратегии действий Узбекистана на 2017–2021 гг., является импорт современных технологий для поддержания конкурентоспособности отечественных производителей. В Узбекистане акцент делается на расширение экспорта готовых изделий путем более глубокой переработки сырьевых товаров. Применяется национальная система тарифных преференций,

используемая ООН. В интересах отечественных производителей установлены сравнительно высокие таможенные пошлины на большинство категорий импортируемой продукции. При таких чрезмерных защитных мерах нарушается сбалансированность торгового режима и через ценовые факторы это приводит к удорожанию не только товаров внутреннего спроса, но и экспортных товаров. Объекты государственного управления экономикой различаются в зависимости от уровня решаемых ими задач: уровень предприятия, отрасли, региона, сектора экономики; хозяйства в целом; глобальный (социальные отношения, экология); национальный (экономико-политические отношения с зарубежными странами, интеграционные процессы). Отбор объектов регулирования осуществляется исходя из актуальности проблемы (например, инфляция), важности для экономики страны (занятость), особой роли в регионе (градообразующее предприятие), значимости налогоплательщика (крупная компания в состоянии банкротства), политической роли.

Основной целью регулирования экономики является экономическая и социальная стабильность. От этой цели распространяется «дерево» частных целей, без осуществления которых генеральная цель не может быть достигнута. Эти конкретные цели неразрывно связаны с объектами регулирования. Например, цель выравнивания экономического цикла направлена на объект, т. е. на экономический цикл; совершенствование отраслевой и региональной структуры хозяйства – на отраслевую и региональную структуру. В «дереве целей» возможны не только отношения подчинения конкретных целей генеральной, но и отношения соподчинения и взаимозависимости между самими конкретными целями, т. е. конкретные цели внутри «дерева целей» могут быть первичными, вторичными, третичными и т. д. Положение показателей на «дереве целей» нестабильно, постоянно меняется в зависимости от хозяйственной ситуации и экономических задач. В условиях кризиса первичной целью является выход из него в узком смысле – оживление конъюнктуры. Все остальные цели отступают и подчиняются ей. Подчиненными ей будут цели привлечения капитала в страну, повышения национальной конкурентоспособности на мировых рынках. Выделяют две основные формы вмешательства государства в экономику. *Прямое вмешательство* через административные средства, которые базируются на силе государственной власти и включают в себя меры запрета, разрешения и принуждения. *Косвенное вмешательство* осуществляется с помощью различных экономических инструментов (налоги, субсидии, государственные ценные бумаги и др.). Экономические средства государственного регулирования подразделяются на средства денежно-кредитной и налогово-бюджетной бюджетной политики, концепции и инструменты которых будут рассмотрены в дальнейшем. Роль государства в экономике – предмет споров экономистов разных школ. Наряду с крайними сторонниками свободы рынка существует позиция ограниченного вмешательства в экономическую систему через денежно-кредитную сферу (монетаристская школа). Однако идеи кейнсианства находят сторонников как в экономической теории, так и в практике хозяйствования.

Литература

1. Аукционек, С. Промышленные предприятия и экономическая политика / С. Аукционек // Мировая экономика и междунар. отношения. – 1996. – № 6.
2. Борисов, В. А. Демография : учеб. для вузов / В. А. Борисов. – 2-е изд. – М., 2001.
3. Брагина, Е. Мировая промышленность: статика и динамика / Е. Брагина, Р. Гумен // Мировая экономика и междунар. отношения. – 1995. – № 5. – С. 131–140.
4. Бубенников, А. Индустрия высоких технологий в эпоху глобальной конкуренции / А. Бубенников // Мировая экономика и междунар. отношения. – 1993. – № 8. – С. 132–142.

**ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕНЕДЖМЕНТЕ
ГИДРОРЕСУРСОВ****А. О. Султонов, О. А. Кенжабаев***Джизакский политехнический институт, Республика Узбекистан*

Рентабельность гидро-, агрокластеров в информационном обществе можно перечислять до бесконечности. Но мы детально остановимся на том, как работает кластер на этапе становления. Для его создания необходимо объединить усилия трех участников: предприятий, инвесторов и государство. Предприятия объединяются в единый холдинг, обеспечивают финансирование тех или иных программ, содержание сельскохозяйственной и производственной инфраструктуры, единого сервисного центра. На уже построенную инфраструктуру приходят инвесторы, которым агрокластер предлагает различные возможности инвестирования и долевого участия в современном бизнесе. Силами агрокластера содержится служба контроля и сертификационная служба, которые строго следят за соответствием пищевой продукции стандартам, в том числе мировым. Открытие мировых рынков в рамках соглашения о зоне свободной торговли позволяет снизить расходы, а переход на мировые стандарты является крайне важным для предприятий, ориентированных на экспорт.

Инвестировать в проект могут не только частные инвесторы, но и государство, а также международные финансовые организации (МФО), которые таким образом поддерживают предпринимательство в любом регионе. Государственная и международная помощь преследует несколько целей: адаптировать отечественную продукцию под мировые стандарты, снизить безработицу в регионах, развивать конкуренцию в сфере регионального агропромышленного комплекса. Для МФО и государства намного удобнее работать с агрокластерами, чем с каждым субъектом в отдельности. В данном случае они ведут диалог с единой структурой, а не многочисленными предприятиями. Сформированный по международным стандартам проект агрокластера может получить одобрение со стороны МФО, которые активно развивают программы регионального, малого и среднего сельского предпринимательства. Также эти проекты могут финансироваться из местного и центрального, а также из личного предпринимательского бюджета. Для развития кластера необходимо создать надежную цепочку из трех элементов: производитель – местная власть – образовательный центр. Чем крепче и продуманней эта цепочка, тем больше шансов получить помощь и успешно развивать кластеризации [3].

В начале 2019 г. в Узбекистане специалисты из Германии оснастили новую гидролабораторию. Цель и задачи этой лаборатории – оптимально использовать гидроресурсы Узбекистана. Система TIA Portal V15.1 – это новая версия автоматизированной системы для использования гидрокомплексов, основанная на цифровой технологии. Поэтому в вузах необходимо вести подготовку специалистов по актуальным направлениям и специальностям. Исходя из международной практики, мы предлагаем осуществлять прием на обучение по профилю «Акватроника» как новое направление кадрового потенциала восполнения гидрокластеров Узбекистана. Таким образом, вышеизложенная система является очень важным механизмом в развитии комплекса гидроресурсов.

Ограниченность мировых запасов пресной воды стремительно превращает ее в дефицитный природный ресурс. Перед мировой общественностью остро встала проблема защиты водных ресурсов, а также оптимизации их использования. Основными факторами, оказывающими негативное влияние на рациональность использования

водных ресурсов, являются мировой рост их потребления, нерациональное использование и загрязнение водной среды. Сегодня уровень подготовки специалистов является недостаточным, чтобы удовлетворить растущий спрос на квалифицированный персонал в современном, технологически быстро изменяющемся мире. Для эффективного обучения требуются высокоинтегрированные практико-ориентированные методы решения проблем водопользования, в том числе систем водоснабжения и водоотведения, а также применение устаревших технологий водопользования [6].

Существующая структура управления водными ресурсами как в Узбекистане, так и в других странах центральной Азии приводит к тому, что в большинстве случаев особое внимание уделяется частным технологическим и конструктивным решениям, ориентированным в основном на их коммерциализацию. В результате в настоящее время накопилось немало проблем и противоречий при использовании водных ресурсов в различных отраслях энергетики, сельского хозяйства и коммунальной сфере. В материалах Всероссийского водного конгресса, который проходил в июне 2017 г. в Москве, указывается необходимость объединения усилий для формирования качественно нового подхода к охране водных ресурсов в соответствии с современными требованиями экологической безопасности и экологическими стандартами, с обеспечением интегрированного управления, которое призвано координировать водные ресурсы во всех соответствующих секторах управления [7]. Одной из важных задач, определяющих направления развития водохозяйственного комплекса, является его кадровое обеспечение на основе совершенствования системы управления подготовкой кадров, переоснащения учебно-лабораторной базы образовательных учреждений, формирования новых направлений и специальностей, разработки и внедрения новых образовательных стандартов и программ обучения, соответствующих потребностям развития водного хозяйства, а также создания системы стимулов для привлечения и закрепления в отрасли специалистов с высшим и средним профессиональным образованием [7].

Рассмотрим на примере одного региона, какую пользу приносит агрокластеризация при экономии водных ресурсов. Как известно, основные сельскохозяйственные регионы Узбекистана находятся в степных местностях. Объемы водопользования в Республике Узбекистан в среднем составляют более 60 млрд м³ в год. Из них почти 50 млрд м³ используется в сельском хозяйстве. Из приведенной статистики видно, что использование агрокластеров в республике дает мощный импульс эффективного потребления водных ресурсов в регионах. В среднем на один гектар поливной орошаемой площади в Узбекистане расходуется около 12 тыс. м³ воды. При этом общий объем воды самого Узбекистана составляет более 10 млрд м³, а остальной объем воды приходит из соседних государств, так как большая часть территории Узбекистана представляет собой степную зону [2].

Вместе с тем на 1 м³ орошаемой площади затрачивается приблизительно около восьми сумов. В целом по республике в данное время орошается 4,2 млн гектаров земли. В результате государство каждый год затрачивает 400 млрд сум только на орошение сельскохозяйственных площадей. Водные богатства республики – это поверхностные и подземные воды, которые используются для водоснабжения сельского и городского населения, промышленности, получения электроэнергии, разведения рыбы, рекреации отдыха. Поэтому Узбекистан находится на четвертом месте по потенциалу энергоресурсов рек Средней Азии после Таджикистана, Кыргызстана и Казахстана. Анализ используемых водных ресурсов Узбекистана показывает, что на орошение посевных площадей приходится почти 90,1 % воды [1].

В Узбекистане одним из ведущих сельскохозяйственных регионов считается Джизакская область, которая имеет свыше 232 тыс. 800 гектаров орошаемых земель. В целях предотвращения нерационального расхода воды области приняты нормативные правовые документы. В последние годы в целях улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель строятся коллекторы. Через коллекторы и канализационные системы в реки и озера сбрасываются отработанные воды с полей, промышленных предприятий, животноводческих ферм, содержащие вредные химические элементы, нефтепродукты, бактерии. Загрязнение рек и озер отрицательно сказывается на обитающих в них живых организмах [4].

На территории Джизакского региона расположено озеро Айдаркуль с общим объемом воды 44,3 км³, площадью 3478 км². Соленость воды составляет 1,5–2 %, соответственно переработка этой воды не требует больших затрат. В 2018 г. совместно с чешскими инвесторами планируется внедрить высокотехнологические гидрокластеры переработки воды, позволяющие обеспечить орошаемые площади области с технической водой. При этом объем запасов питьевой воды увеличится. В условиях Узбекистана создание таких кластеров позволяет сэкономить использование водных ресурсов в несколько раз. Это доказывает целесообразность того, что в 2028 г. в Центральной Азии совместно с РосАТОМом Российской Федерации в Узбекистане сдадут в эксплуатацию первый и второй блоки АЭС, состоящей из четырех блоков. Учитывая вышеизложенное и анализируя действующую традиционную типовую структуру Министерству водного хозяйства Узбекистана, предложена новая современная управленческая структура, соответствующая международным стандартам.

Следующим шагом является открытие в Узбекистане на базе Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства научной лаборатории по водным проблемам и введение новой версии автоматизированной системы ГИА Portal V 15.1. Данная система полезна для всех исследователей, занимающихся проблемами водопользования. В заключение можно отметить, что повышение количества агрокластеров в области является важнейшим инструментом экономии водных ресурсов в будущем и позволяет сэкономить около 20 % используемых водных ресурсов в сельском хозяйстве.

Л и т е р а т у р а

1. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 714 «О мерах по обеспечению внедрения современных информационно-коммуникационных и инновационных технологий в систему водного хозяйства» от 10 сентября 2018 г.
2. Режим доступа: <http://geografiya.uz/fizicheskaya-geografiya-uzbekistana/11498-ispolzovanie-i-ohrana-vodnyh-bogatstv-uzbekistana.html>.
3. Режим доступа: <https://www/hokimiyat-dzhizakskoj-oblasti>.
4. Что такое агрокластеры. Информационный портал Агро Перспектива. – Режим доступа: <http://www.agroperspektiva.com/ru/>.
5. Кенжабаев, А. Т. The role and place of agro clusters in improving the economic efficiency of water use in the region» Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR) / А. Т. Кенжабаев, А. О. Султонов. – Vol. 7. – Issue 11. – November 2018. – 147 p.
6. Николенко, И. В. Акватроника – новое направление кадрового обеспечения водохозяйственного комплекса / И. В. Николенко. – Режим доступа: http://newstyle-y.ru/companu_news/1164/. – Дата доступа: 30.11.2017.
7. Резолюция Всероссийского водного конгресса. – Режим доступа: <https://watercongress.ru/>. – Дата доступа: 22.10.2017.

**ИМИДЖ И ЭТИКА ГОСУДАРСТВЕННОГО СЛУЖАЩЕГО
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН****А. Б. Кизимбаева***Каспийский государственный университет технологий
и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

За годы независимости Республика Казахстан добилась реальных успехов в своем социально-экономическом, культурном и политическом развитии. В Стратегии развития Казахстана до 2030 г. одним из долгосрочных приоритетов было обозначено создание профессионального государства.

Реализация задач в деле создания высокопрофессиональной государственной службы и эффективной структуры управления, которая стоит перед нашим государством, во многом обуславливается профессионализмом государственного служащего.

Формирование положительного имиджа государственного служащего предусматривает идеологические, политические и культурные аспекты и является сложным и длительным процессом.

Во всем мире государственный сектор постоянно находится в центре внимания, в центре жизни общества. Но укрепление, совершенствование структуры управления, реформы в сфере государственной службы не будут успешны, пока одна из ключевых фигур – государственный служащий – будет оставаться в глазах общественности носителем таких отрицательных черт, как непрофессионализм, бюрократизм, коррумпированность [2].

В системе государственной службы республики происходят изменения, которые отражают тенденции во внутренней и внешней политике. Постепенно отрабатываются гибкая структура, новые технологии работы такой службы, повышается эффективность ее деятельности. Выступая как социальный институт и связующее звено между властью и гражданским обществом, государственная служба является вместе с тем институтом власти и управления.

Государственная власть станет сильной и продуктивной лишь тогда, когда кадровая политика будет совпадать с социальными и нравственными ожиданиями различных групп населения. Миссия формирования образа государства возлагается на его представителей – государственных служащих, требования к которым в реалиях сегодняшней жизни повышаются. Государственному служащему мало быть профессионалом. Необходимо, чтобы он обладал еще и привлекательным, нравственно приемлемым для большинства социальных групп имиджем. Поэтому имидж государственных служащих – это прежде всего характеристика должностных лиц, работающих в органах власти, образ которых складывается под воздействием прямых и косвенных формирующих факторов.

Имидж как целостный обобщенный образ государственного служащего – явление достаточно сложное и противоречивое. С одной стороны, он отражает персональную личность, а с другой – включает в себя имидж власти в целом, а также несет в себе социальные ожидания и ценностные ориентации населения. Формирование имиджа государственных служащих, как правило, происходит двумя путями: стихийно и целенаправленно [2].

Сложившийся в общественном сознании не очень привлекательный имидж государственных служащих демонстрирует острый дефицит нравственной составляющей, на что вынужден был обратить внимание и Глава государства, предъявляя повышенные требования к этике и нравственной культуре государственных служащих. Их имидж неразрывно связан с образом государства, его первыми лицами, с содер-

жанием их деятельности. И чем выше положение должностного лица, тем взыскательнее относятся люди к нравственной чистоте и социальной ориентированности.

Профессиональная этика государственных служащих представляет собой один из показателей политического уровня общественных взаимоотношений в социальном государстве. Это связано с тем, что управленческий профессионализм государственных служащих не может ограничиваться только выполнением должностных обязанностей, но должен включать в себя как одну из составляющих этику взаимоотношений с различными слоями населения. И от того, насколько высок уровень владения государственными служащими навыками этикета и соблюдения его правил, в определенной мере зависит профессиональный уровень его управленческой деятельности [3].

Государственная служба – это деятельность государственных служащих в государственных органах по исполнению должностных полномочий, направленная на реализацию задач и функций государственной власти. Государственная служба Республики Казахстан призвана регулировать общественные процессы, обеспечивать целостность государства и реализацию интересов граждан Республики Казахстан.

В настоящее время государство уделяет особое внимание вопросам, касающимся необходимости повышения имиджа государственных служащих. Формирование и укрепление позитивного имиджа государственного служащего Республики Казахстан является одним из приоритетных направлений в развитии государственной системы [4].

Основные положения, предъявляемые к позитивному имиджу государственного служащего, определены в Кодексе чести государственных служащих Республики Казахстан, в котором отмечается, что «несение государственной службы является выражением особого доверия со стороны общества и государства и предъявляет высокие требования к нравственности и морально-этическому облику государственных служащих».

Государственная служба Республики Казахстан призвана регулировать общественные процессы, обеспечивать целостность государства и реализацию интересов граждан РК [5].

Для государственной службы имидж имеет важное функциональное и статусное значение. Он является показателем уровня доверия к ней населения и критерием оценки обществом эффективности управленческой деятельности, проводимых государством преобразований. Он фиксирует степень соответствия действий государственных органов требованиям и ожиданиям конкретных социальных групп и общества в целом. Вследствие этого имидж в значительной мере детерминирует поведение граждан по отношению к органам государственной власти, определяет степень общественной поддержки деятельности государственной службы и программы ее реформирования. Формирование позитивного имиджа государственной службы и государственных служащих является необходимым условием эффективного функционирования и развития данного социального института, а также условием для повышения эффективности деятельности государственных органов и системы государственной службы [6].

Сам процесс формирования положительного имиджа государственного служащего тесно взаимосвязан и с имиджевой политикой исполнительной власти. Основные положения, предъявляемые к позитивному имиджу государственного служащего, определены в Кодексе чести государственных служащих Республики Казахстан.

Так, несение государственной службы является выражением особого доверия со стороны общества и государства и предъявляет высокие требования к нравственности и морально-этическому облику государственных служащих.

Сам государственный служащий должен обладать такими качествами, как высокая моральная ответственность, профессиональные знания, умение применять их на практике, честность, добросовестность, активная жизненная позиция, обладать чувством патриотизма, моральным обликом государственного служащего.

Литература

1. Режим доступа: <http://www.adilet.gov.kz/ru/node/7463?device=mobile>.
2. Режим доступа: <http://rfca.gov.kz>.
3. Оксикбаев, О. Н. Государственный финансовый контроль: проблемы и поиск решений / О. Н. Оксикбаев. – Астана : Фолиант, 2008.
4. Оксикбаев, О. Н. Формирование и развитие государственного финансового контроля / О. Н. Оксикбаев. – Алматы : Эрекет-Принт.
5. Режим доступа: <http://vuzlib.org/beta3/html/1/7366/7398/>.
6. Режим доступа: <http://www.kyzmet.kz/usersfiles/336.htm>.

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ

Г. Б. Кошаева

*Каспийский государственный университет технологий
и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель Т. В. Петросянц

У предприятий систематически складываются расчетные отношения с покупателями и поставщиками, с рабочими и служащими по заработной плате, с бюджетными и другими фондами. Долги, возникающие в результате деятельности организаций, принято называть кредиторской или дебиторской задолженностью в зависимости от того, кто является должником.

Сегодня практически ни один субъект хозяйственной деятельности не существует без дебиторской задолженности, так как ее образование и существование объясняется простыми объективными причинами:

– для организации-должника – это возможность использования дополнительных, причем бесплатных, оборотных средств;

– для организации-кредитора – это расширение рынка сбыта товаров, работ, услуг.

Существует несколько определений к понятию дебиторской задолженности.

В. Г. Гетьман писал, что дебиторской задолженностью называется часть оборотных активов организации, направленная на расчеты с физическими и юридическими лицами.

Ф. Н. Филина определяет дебиторскую задолженность как сумму долгов, причитающихся предприятию, от юридических или физических лиц в итоге хозяйственных взаимоотношений с ними, а кредиторскую задолженность как вид обязательств, характеризующих сумму долгов, причитающихся к уплате в пользу других лиц.

В этих определениях, предложенных различными авторами, общим является то, что дебиторская задолженность фактически представляет собой компонент собственных средств предприятия, а кредиторская задолженность – компонент заемных средств [1, с. 223].

Дебиторская задолженность – относительно самостоятельная категория. Писатель и экономист В. Б. Ивашкевич утверждал, что «даже вынужден платить проценты и штрафные санкции за просрочку платежа». Поэтому предприятие, беря товар в долг, должно удостовериться в том, что плата за кредит не слишком велика [2, с. 254].

Под дебиторской задолженностью понимают выраженные в денежной форме обязательства отдельных граждан, организаций и прочих дебиторов перед данным предприятием. Дебиторская задолженность возникает в результате совершения хозяйственных операций, обычно при реализации товаров, продукции, работ, услуг [3, с. 134].

Когда одно предприятие продает товары другому предприятию или организации, совсем не значит, что товары будут оплачены немедленно. Неоплаченные счета за поставленную продукцию (или счета к получению) и составляют большую часть дебиторской задолженности. Специфический элемент дебиторской задолженности – векселя к получению, являющиеся по существу ценными бумагами (коммерческие ценные бумаги). Одной из задач финансового менеджера по управлению дебиторской задолженностью является определение степени риска неплатежеспособности покупателей, расчет прогнозного значения резерва по сомнительным долгам, а также предоставление рекомендаций по работе с фактическим или потенциально неплатежеспособным покупателем.

Наличие на балансе предприятия дебиторской и кредиторской задолженностей является тревожным фактором. При увеличении валюты баланса они одновременно ухудшают финансовые показатели деятельности предприятия, такие как ликвидность, независимость и платежеспособность.

Своевременное получение дебиторской задолженности — необходимое условие обеспечения благоприятного финансового состояния предприятия.

Необходимо иметь в виду, что дебиторская задолженность, как реальный актив играет достаточно важную роль в сфере предпринимательской деятельности.

Как было изложено выше, дебиторская задолженность по своей сути имеет два существенных признака: с одной стороны, для дебитора – она источник бесплатных средств; с другой стороны, для кредитора – это возможность увеличения ареала распространения его продукции, а также рынка распространения работ и услуг.

Третий аспект, который обычно не афишируется, – это способ отсрочки налоговых платежей по схеме «взаимных долгов».

В широком смысле дебиторская задолженность охватывает все расчеты предприятий-поставщиков с предприятиями-покупателями (заказчиками) и является предпосылкой кредиторской задолженности, но иногда она не является таковой. Например, в случаях, когда предприятие-покупатель оплачивает товар в день его получения, дебиторская задолженность для предприятия-поставщика не завершается образованием кредиторской задолженности у покупателя.

Возникновение дебиторской задолженности по счетам к получению обусловлено принятой методикой признания дохода – методом начисления, когда доходом считается не получение платежей, а возникновение прав на них. Согласно ст. 178 части 1 Гражданского кодекса Республики Казахстан общий срок исковой давности устанавливается в три года. По истечении трех лет числящаяся в бухгалтерском учете долгосрочная дебиторская задолженность может быть отнесена на расходы, и в течение двух лет учитываться на забалансовых счетах [4].

Наличие дебиторской задолженности характеризует отток или отвлечение средств из оборота. В то же время снижение суммы задолженности во многих случаях не всегда положительный момент, так как оно может свидетельствовать, что денежные средства отвлечены не в расчеты, а в готовую продукцию, накопленную на складах, и не имеющую сбыта. Своевременное получение дебиторской задолженности – необходимое условие обеспечения благоприятного финансового состояния предприятия.

По истечении срока исковой давности суммы дебиторской задолженности списываются на расходы предприятия и могут числиться за балансом с целью наблюдения за возможностью дебитора погасить свою задолженность.

Налоговым законодательством РК дебиторской задолженности дано определение «требование» и рассматривается оно как сомнительное требование. Согласно ст. 10 Налогового кодекса РК – это требования, возникшие в результате реализации товаров (работ, услуг) и не удовлетворенные в течение трех лет с даты начисления дохода. Следует обратить внимание на метод начисления, которым предусмотрено начислять доход по мере отгрузки, независимо от даты оплаты. Поэтому при условии включения сумм требований в совокупный годовой доход, по истечении трех лет после отгрузки товара, выполнения работ, оказания услуг, они подлежат вычету, при этом предусматривается подтверждение сомнительности требований соответствующими документами, в том числе счетами-фактурами, письменного уведомления налогового органа по месту регистрации налогоплательщика об отнесении на вычеты этих расходов. При отсутствии подтверждающих документов налогоплательщик не вправе на сумму сомнительного требования осуществлять вычет из совокупного годового дохода. Если по истечении некоторого времени долги погашаются дебитором, предприятие ранее отнесенные суммы на вычеты должно включить в доход в том году, в котором произошло возмещение [5, с. 14].

Задолженность, не оплаченная в срок, является ненормальной. Поэтому требуется установить, когда она должна быть погашена, а также выяснить причины ее невостребования в срок. Задолженность с истекшими сроками исковой давности определяется сопоставлением сроков возникновения права на иск и установленных законодательством сроков предъявления исков.

Рост дебиторской задолженности в динамике связан с уменьшением вероятности ее погашения, что может быть связано не только с финансовыми проблемами покупателей, но и недостаточной организацией деятельности бухгалтерии и юридической службы в части претензионно-исковой работы предприятия.

Практика расчетов предполагает, что часть счетов оплачивается в установленные сроки, другая часть погашается с некоторыми отступлениями от установленных договорами (контрактами) сроков и остальная часть образует безнадежную к взысканию дебиторскую задолженность.

Рост дебиторской задолженности и особенно ее сомнительной к полному истребованию части приводит к замедлению оборачиваемости оборотных средств и, как правило, чем больше срок со дня возникновения задолженности, тем проблематичнее ее получение. Что касается роста кредиторской задолженности, то, чем больше ее сумма и темпы роста, тем более зависимо предприятие от заемных средств и тем меньше остается у него возможностей для финансового маневра и погашения этой задолженности. Сопоставление задолженностей возможно при определении коэффициента текущей задолженности, который определяется отношением средней суммы дебиторской задолженности к средней сумме кредиторской задолженности. Соотношение, равное единице, условно может характеризовать состояние текущей задолженности как нормальное. Однако такое соотношение следует применять и по структуре задолженностей – текущих (краткосрочных) и долгосрочных.

Л и т е р а т у р а

1. Бабаева, З. Д. Бухгалтерский учет финансово-хозяйственной деятельности организаций (методология, задачи, ситуации) : учеб. пособие / З. Д. Бабаева. – М. : Бухгалтер. учет, 2004. – 543 с.

2. Данилевский, Ю. А. Аудит / Ю. А. Данилевский, С. М. Шапигузов, Е. В. Старовойтова. – М. : ИД ФБК-ПРЕСС, 2000. – 346 с.
3. Астахов, В. П. Бухгалтерский финансовый учет / В. П. Астахов. – М., 2001. – 443 с.
4. Закона РК «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности» от 28 февраля 2007 г. за № 234-III.
5. Борисова, Л. Е. Первичные учетные документы / Л. Е. Борисова // Консультант бухгалтера. – 2006. – № 5. – С. 14–19.

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

М. Т. Танатар

*Кастийский государственный университет технологий
и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель Д. Д. Абдешов

Предмет теории экономики отраслевых рынков связан с рыночным подходом, в соответствии с которым потребители и производители действуют на основе ценовых сигналов, порожденных спросом и предложением. Основным объектом теории экономики отраслевых рынков выступает исследование механизма, приводящего производственную деятельность в возможно более полное соответствие со спросом на товары и услуги.

Основное внимание теория экономики отраслевых рынков уделяет состоянию добывающих и обрабатывающих отраслей, которые создают материальную основу жизни общества в индустриально развитых экономических системах [1, с. 16].

Отраслевая (компонентная) структура народнохозяйственного комплекса выражает соотношения, связи и пропорции между крупными группами отраслей. Весь народнохозяйственный комплекс подразделяется на группы отраслей:

– отрасли материального производства: промышленность, строительство, сельское хозяйство, а также отрасли, связанные со снабжением населения продукцией (материально-техническое снабжение, торговля и общественное питание и др.);

– отрасли непромышленной сферы, включая жилищнокоммунальное хозяйство, бытовое обслуживание, транспорт, связь и т. п.;

– социальное обслуживание населения: здравоохранение, образование, информационное обеспечение, наука, культура и искусство, просвещение, отрасли управления и обороны.

Для изучения любого народнохозяйственного комплекса большое значение имеет функциональная отраслевая классификация, которая обычно включает четыре группы отраслей: 1) первичные – добывающая промышленность и сельское хозяйство; 2) вторичные – обрабатывающая промышленность; 3) транспорт, торговля, жилищное строительство, здравоохранение, обслуживающие производство и население; 4) управление, наука и научное обслуживание.

Развитие производства приводит к постоянному выделению новых отраслей, особенно на базе поста новых общественных потребностей и научно-технического прогресса. При этом идет закономерный процесс снижения доли добывающих отраслей за счет роста наукоемких.

В структуре народного хозяйства выделяют отраслевые и межотраслевые комплексы, в которых усиливается процесс укрепления производственных связей, интеграции разных ступеней производства. К их числу относятся такие межотраслевые комплексы, как топливно-энергетический, ракетно-космический, металлургический, машиностроительный, химико-технологический, строительный, агропромышленный,

транспортный и др. В условиях развития рыночных отношений все большее значение приобретает инфраструктура – системная совокупность материальных средств для обеспечения производственных и социально-бытовых потребностей, подразделяемая на производственную и социальную. Производственная инфраструктура включает транспорт, связь, материально-техническое снабжение, инженерные сооружения и коммуникации, ирригационные системы и т. д.; социальная – пассажирский транспорт, коммунально-бытовое хозяйство страны. Инфраструктура играет важнейшую роль в развитии комплексности народного хозяйства [1, с. 54].

В индустриально развитых странах отраслевые сдвиги заключаются в заметном снижении удельного веса сырьевых отраслей и сельского хозяйства (первичный сектор экономики) в технической модернизации промышленности (вторичный сектор) и быстром росте отраслей сферы услуг (третичный сектор). Наиболее радикальные изменения происходят на уровне подотраслей наукоемких производств. Так, в обрабатывающей промышленности США уменьшение численности занятых происходило в основном за счет традиционных отраслей с высокой трудоемкостью производства (пищевой, текстильной, швейной, кожевенной), а также за счет капиталоемких отраслей (в частности, металлургии). В то же время в наукоемких отраслях электротехнической промышленности и приборостроения численность занятых за последние годы росла ускоренными темпами. Существенные изменения происходят в отраслевой структуре развивающихся стран, в особенности новых индустриальных стран, к которым относится восточно-азиатская четверка (Сингапур, Тайвань, Южная Корея, Сянган) и которые все в большей мере специализируются на технически сложных и наукоемких производствах при опоре на качество продукции и высокую квалификацию работников. Преимущества в производстве наиболее простых трудоемких изделий (текстиля, одежды, обуви) удастся сохранить лишь странам с более дешевой рабочей силой (Шри-Ланка, Индонезия, Филиппины, Бангладеш). В связи с этим наблюдается четко выраженная тенденция интенсивного перемещения трудоемких производств (нередко экологически опасных) из более развитых в менее развитые государства. Современное понимание структуры экономики опирается на теорию трех секторов, согласно которой народное хозяйство состоит из первичного, вторичного и третичного секторов. Считается, что развитие идет последовательно от общества, в котором большая часть экономически активного населения занята добычей и производством сырья (в первую очередь, в сельском хозяйстве), к индустриальному, а затем и постиндустриальному обществу, где основная часть населения занята в сфере услуг (сервисная экономика) [1, с. 58].

В настоящее время получили развитие маркетинговые исследования, целью которых является изучение запросов потребителя, его отношения к тем или иным товарам; подобного рода информация позволяет производителю более точно представлять будущих покупателей его продукции, их реакцию представлять и прогнозировать ситуацию на рынке, уменьшать риск неудачи и т. д. Большую роль играет до- и послепродажное обслуживание потребителей. Предпродажное обслуживание включает в себя удовлетворение требований потребителей по условиям поставок, послепродажное – создание сервисных центров по обслуживанию купленной продукции.

Реклама является важнейшим методом ведения конкурентной борьбы, поскольку с помощью рекламы можно определенным образом формировать мнение потребителей о том или ином товаре.

Недобросовестная конкуренция. Основными ее методами являются: экономический (промышленный шпионаж); подкуп и шантаж (обман потребителей); махинации с деловой отчетностью; валютные махинации.

Любая научно-техническая разработка только тогда является источником прибыли, когда научно-технические идеи воплощаются на производстве в виде конкретных товаров или новых технологий. Именно промышленный шпионаж инициировал патент на изобретение. Поскольку сохранить секреты производства не удавалось, изобретатель, потративший годы труда, мог и не получить достойного вознаграждения за свое изобретение, так как результатом изобретения часто пользовались совершенно посторонние люди. Предотвратить такую несправедливость должен был патент – документ, удостоверяющий изобретение и закрепляющий за обладателем патента исключительное право на пользование результатами своего изобретения [1, с. 73].

Основными объектами промышленного шпионажа являются патенты, чертежи, секреты производства, технологии, структура издержек; экономический шпионаж кроме промышленных секретов охватывает и макроэкономические показатели и включает в себя разведку природных ресурсов, выявление промышленных запасов; сбор информации о доходах различных социальных групп общества и их распределении. В связи с развитием промышленного шпионажа промышленные монополии тщательно охраняют содержание патентов, результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проекты и эскизы любой своей продукции. В организационную структуру транснациональных компаний входят исследовательские центры, основной задачей которых является изучение новых используемых технологий другими фирмами, детальнейший анализ продукции конкурентов с целью установления сравнительного качества своей продукции. Все промышленные монополии имеют засекреченные лаборатории, где по всем параметрам сравнивают уровни технических решений и качество своей продукции с аналогичной продукцией конкурентов [1, с. 74].

Экономика как народнохозяйственный комплекс может рассматриваться в отраслевом, региональном, межотраслевом и межрегиональном аспектах с выделением едущих отраслей и инфраструктуры. Будучи во многом определяемы научно-техническим прогрессом и социальными потребностями общества, по-прежнему остаются значительными страновые различия экономик и распределение промышленных отраслей. Развитие секторов экономики происходит с возрастающей динамикой, определяясь развитием технологических укладов общества. Рынки как интегрированные структуры характеризуются различным уровнем конкуренции, которая выполняет ряд функций в системе механизма рыночного регулирования. Следует выделять категории добросовестной и недобросовестной конкуренции, формы и методы которых находятся в постоянной динамике и развитии [1, с. 78].

Л и т е р а т у р а

1. Лебедев, О. Т. Экономика отраслевых рынков / О. Т. Лебедев. – М. : Бослен, 2008. – 528 с.

СЕКЦИЯ VII МАРКЕТИНГ И КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНЗИТНОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. А. Богдановская

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Цель научной работы – предложить мероприятие, которое будет направлено на развитие транзитного туризма в Республике Беларусь, обосновать предложение и определить экономический эффект.

Актуальность данной темы определяется тем, что рынок транзитного туризма Республики Беларусь нуждается в развитии. Географическое положение нашей страны обеспечило ряд преимуществ в данном направлении, по сравнению с многими другими странами, следовательно – это перспективный постоянный источник дохода для государственного бюджета. Туризм предоставляет уникальную возможность глубже узнать и наглядно ознакомиться с историческим и культурным наследием Республики Беларусь и других государств, пробудить, воспитать уважение и терпимость к быту и обычаям других национальностей и народов, что подчеркивает важность социального аспекта.

Проблема развития транзитного туризма очень актуальна на сегодняшний день. Специалисты считают, что в перспективе транзитный и трансграничный туризм может и должен стать одним из приоритетных направлений развития туризма в Беларуси [1].

Объект исследования – транзитный туризм. Предмет исследования – развитие транзитного туризма в Республике Беларусь. Транзитный туризм в Республике Беларусь регулируется Законом Республики Беларусь «О туризме». Настоящий Закон определяет принципы государственной политики Республики Беларусь в сфере туризма, регулирует отношения, возникающие при осуществлении гражданами Республики Беларусь, иностранными гражданами и лицами без гражданства временных выездов (путешествий) в страну (место) временного пребывания в оздоровительных, познавательных и иных целях, не противоречащих законодательству.

Министерство иностранных дел утвердило список стран, гражданам которых не требуется виза для въезда на территорию Республики Беларусь. Новый указ «Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан», вступивший в силу 27 июля 2018 г., позволяет гражданам 74 стран мира находиться на территории Беларуси без визы в течение 30 дней [3].

Проведем анализ транзитного туризма в Республике Беларусь.

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, в основе которого лежит выявление сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз для анализируемой отрасли. Исходя из анализа, были выделены несколько стратегий по улучшению положения транзитного туризма, такие, как [2]:

- повышение имиджа транзитного туризма; налаживание связей с другими странами для привлечения новых потребителей; создание рекламной компании, направленной на привлечение туристов за счет высокого уровня экологии;
- создание рекламы, информирующей о транзитном туризме; продвижение культуры Беларуси и развитие интереса к стране;
- разработка туров, подходящих под измененные вкусы потребителей с использованием имеющихся ресурсов; привлечение местных туристов с помощью создания новых видов услуг;
- проведение семинаров, встреч по интересам для привлечения новых потребителей.

«Конкурентный ромб Портера» состоит из следующей системы показателей: факторные условия, условия внутреннего спроса, родственные и поддерживающие отрасли, структура и стратегия фирм, внутриотраслевая конкуренция [3].

Построим модель национального ромба Портера (рис. 1).

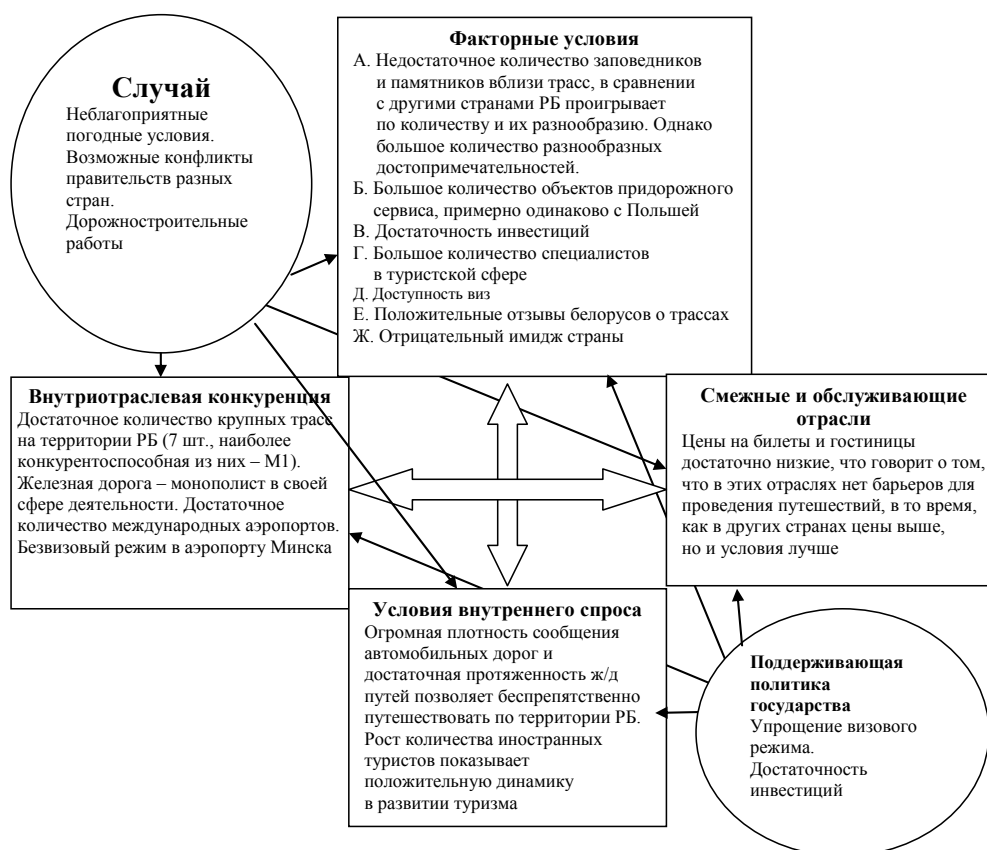


Рис. 1. Ромб Портера

Исходя из построенного Ромба Портера, можно сделать вывод, что у Республики Беларусь есть все предпосылки для развития транзитного туризма. Первоочередная задача – улучшить имидж страны в глазах иностранных туристов. Также стоит повысить качество трасс и придорожного сервиса и увеличить количество объектов придорожного сервиса на трассах, в первую очередь, это касается АЗС и СТО, расширить количество объектов, интересных и привлекательных для иностранных туристов.

Представим предложения по совершенствованию транзитного туризма.

Установление комплекса основных достопримечательностей Республики Беларусь в уменьшенном масштабе. Это обратит внимание транзитных туристов на достопримечательности и культуру Беларуси, вызовет подсознательное желание вернуться в страну и рассмотреть ее подробнее. Элементы композиции будут высотой не более трех метров и расставлены на отведенной территории точно так же как и их оригиналы на карте.

Всего в комплексе будет 19 объектов. Заказывать элементы композиции планируется в компании «ПромАльпГрупп», так как данное предприятие специализируется на создании подобных композиций. Цена одного элемента – 120 бел. р. Цена всей композиции – 2280 бел. р.

Также необходимо учитывать стоимость турникета и ограждения, которое будет окружать данный парк. Стоимость турникета у лидера продаж данного оборудования «Интекс» – 1280 бел. р. При этом учитываем стоимость ограждения – 40 бел. р. за полутораметровый забор. Так как территория, занимаемая парком, имеет приблизительную площадь около 20000 м², из этого следует, что понадобится около 211 шт. ограждения. Полная стоимость ограждения вместе с турникетом – 9720 бел. р.

Включаем в стоимость и обслуживание данного парка: необходимо три работника клининга и один техник, который будет обслуживать турникет. Они есть в пограничном штате и их можно задействовать, увеличив им заработную плату в соответствии с возросшими обязанностями. Средняя заработная плата работников клининга – 320 бел. р. Повышаем заработную плату сотрудников на 0,2 величины ставки. Таким же образом повышаем заработную плату техника, обслуживающего турникет. Средняя заработная плата данного персонала составляет 433 бел. р. Повышаем заработную плату на 0,2 ставки, т. е. на 86 р. Общие затраты на создание и поддержание парка – 12278 бел. р.

По статистике, ежедневно через границу проходят в среднем 3 экскурсионных автобуса на 45 посадочных мест. Туристы любопытны и половина из них точно захочет рассмотреть парк поближе, т. е. приблизительно 68 человек ежедневно будут посещать данный парк [2]. Стоимость входного билета в парк – 1 бел. р., из этого следует, что ежедневно парк будет приносить доход в сумме 68 бел. р. Данное мероприятие имеет экономический эффект, равный 12202 BYN. Эффективность мероприятия составляет 99,3 %.

В настоящее время в индустрии транзитного и трансграничного туризма существует немало проблем, требующих решения. Но, тем не менее, этот вид туризма является одним из самых перспективных сегментов туристского рынка. При правильной политике государства, частных структур и инвесторов у этой сферы есть все предпосылки для дальнейшего роста и развития.

Литература

1. Ступина, О. Г. Туризм и государственные границы / О. Г. Ступина // Псков. регион. журн. – 2010. – № 10. – С. 100–107.
2. Образование в Республике Беларусь / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 46 с.
3. Изотова, М. А. Инновации в социокультурном бизнесе и туризме / М. А. Изотова, Ю. А. Матюхина. – М. : Айрис-пресс, 2006. – 223 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПЕРСОНАЛА КАК КОНКУРЕНТНОГО ПРЕИМУЩЕСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К. А. Грищенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

Все чаще можно услышать, что новое столетие определяют веком интеллектуального творчества. В нынешних условиях творческий подход при решении задач все более активно проникает из сферы искусства и науки в другие сферы человеческой деятельности, в том числе и в сферу управления предприятием, в первую очередь, управления персоналом. Такой нестандартный подход в управлении персоналом обусловлен повышением на рынке интенсивности конкурентной борьбы предприятий с относительно одинаковыми возможностями. При этом в рыночной экономике лидируют организации, успешно работающие в плане развития интеллектуальных ресурсов, развивают творческий потенциал персонала, который является важной движущей силой социально-экономического прогресса, как конкретного предприятия, так и экономики государства в целом.

Целью написания данной работы является рассмотрение особенностей управления творческим потенциалом организации в качестве конкурентного преимущества.

Понятие «творческий потенциал» является сложным и неоднозначным. Творческой потенциал (creativity) можно определить как аспект интеллекта, характеризующийся новизной в мышлении и решении задач. Творческая способность предполагает дивергентное мышление, т. е. получение как можно большего числа ответов на простую ситуацию [1, с. 317].

Творческий потенциал связан с практической деятельностью человека и оценивается в зависимости от того, как он влияет на эту деятельность [2, с. 167].

Для того чтобы сотрудники могли в полной мере раскрыть свои таланты и направить их на пользу дела, в организации должна быть создана особая творческая среда, основными характеристиками которой являются: открытость новому, поддержка инноваций; доверие и сотрудничество на всех уровнях; демократический стиль управления; организация обучения и профессионального общения [3, с. 114].

Таким образом, чтобы можно было отвечать не только за цели, но и за результаты деятельности организации, необходимы знания того, как использовать творческий потенциал персонала, как его оценить.

Чтобы оценить творческий потенциал персонала, следует его активизировать, т. е. нужно создать условия для его реализации в рамках организации.

Существует множество методик исследования активизации творческого потенциала персонала организации. Самыми распространенными из них являются следующие:

- «мозговой штурм» и его разновидности: индивидуальный, письменный, прямой и массовый виды, а также известный двойной метод, метод с оценкой идеи, обратный метод, метод «корабельного совета», метод «конференции идей»;
- метод фокальных объектов;
- морфологический анализ;
- тренинги;
- коучинг [4, с. 16].

Для изучения влияния творческого потенциала персонала на повышение конкурентоспособности предприятия было проведено исследование влияния вышеизложенных методик на творческий потенциал группы. Исследование было проведено с участием трех групп гуманитарно-экономического факультета.

Студентам предлагалось принять участие в эксперименте с использованием следующих методик: «мозговой штурм», коучинг, тренинги и метод фокальных объектов.

Автором были предложены следующие методы исследования:

1. Тренинги.

Например, тренинг «Построиться!». Целью тренинга является выработка умения работать в команде, а также достижение взаимопонимания. Ведущий говорит: «Построиться!» и добавляет, по какому признаку. Могут быть выбраны следующие признаки: построиться квадратом, треугольником, кругом, птичьим косяком, буквой «М», по росту, по цвету волос.

Либо тренинг «Цепочки». Этот тренинг мотивирует участников к совместной работе, помогает снять напряжение, дать каждому почувствовать ответственность перед другими членами команды, вызвать доверие друг к другу, работать над сплочением команды.

Участники должны объединиться в пары и встать в затылок друг другу. Участник, стоящий сзади, будет управлять движением переднего игрока. Стоящий впереди закрывает глаза, пытаясь в соответствии с командами партнера ходить по комнате в течение 2 мин. Задача заключается в том, чтобы не столкнуться с другими движущимися парами.

После выполнения тренингов необходимо обязательно наладить обратную связь и коммуникацию. Это можно сделать, например, с помощью таких вопросов:

- В чем была сложность, а в чем – легкость данного тренинга?
- Какую роль Вы на себя взяли – организатора, который перестраивал других людей, или подчиняющегося?

2. Коучинг.

Студентам были заданы 4 основных вопроса с ориентиром на карьеру студентов или их личные бизнес-планы:

- Чего ты хочешь?
- Как ты можешь этого достичь?
- Почему для тебя это важно?
- Как ты поймешь, что достиг желаемого?

Все это помогает людям эффективно достигать видимых результатов и быстро развиваться, получая позитивный успешный опыт и повышая уверенность в себе и в свои способности.

3. «Мозговой штурм» на основе изображений.

Автором было подготовлено много разных иллюстраций. В течение минуты все члены группы пишут свои ассоциации с изображением на слайдах. Продолжать процесс до тех пор, пока не наберется достаточно много ассоциаций.

Этот метод стимулирует поиск новых точек зрения на решение или проблему, которая перед Вами стоит.

4. Метод фокальных объектов (МФО).

Метод фокальных объектов основывается на поиске новых идей и характеристик объекта на основе присоединения к исходному объекту свойств других, выбранных случайно, объектов. Метод был предложен как средство преодоления инертности мышления, активизации способности генерировать новые идеи и находить инновационные решения.

Для сравнительного анализа влияния представленных методов на развитие творческого потенциала и был проведен творческий студенческий эксперимент (рис. 1).

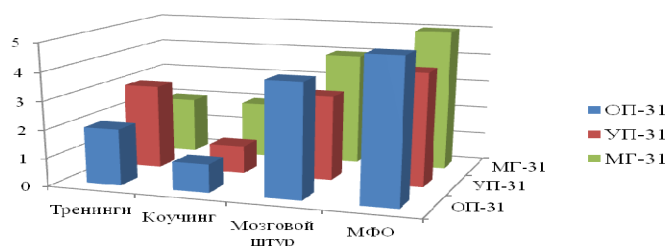


Рис. 1. Результаты активности творческого потенциала студентов гуманитарно-экономического факультета (по пятибалльной шкале)

Исходя из показателей, представленных на диаграмме, коучинг является наименее эффективным способом, а метод фокальных объектов – наиболее эффективным методом развития творческого потенциала.

Результаты эксперимента могут быть применены на предприятиях и организациях промышленности Республики Беларусь для повышения эффективности деятельности персонала и приобретения дополнительных конкурентных преимуществ.

Соответственно, можно сделать вывод о том, что изучение проблемы стимулирования и мотивации творческих процессов персонала организации показывает нам, что применение данных методов на предприятии способно действительно повысить его уровень конкурентоспособности. Для активного развития творческого потенциала необходимо системно рассматривать взаимосвязи сотрудников между собой, сотрудников и руководителей, а также взаимосвязи между самими руководителями различных уровней управления. Данная система взаимосвязей должна быть нацелена на поддержание отношений творческого типа, поощряющих самовыражение, реализацию собственной индивидуальности как сотрудников, так и их руководителей.

Л и т е р а т у р а

1. Джерри, Д. Большой толковый социологический словарь : в 2 т. / Д. Джерри, Дж. Джерри ; пер. с англ. Н. Н. Марчук. – М. : Вече, АСТ, 1999. – 528 с.
2. Мандель, Б. Р. Современная психология управления. Модульный курс. ФГОС-3+ : учеб. пособие для студентов всех уровней обучения / Б. Р. Мандель. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 348 с.
3. Бизнес и проблемы долгосрочного устойчивого социально-экономического развития : сб. науч. ст. студентов и аспирантов / НОУ ВПО «Институт бизнеса и права» ; под общ. ред. проф. В. В. Тумалева. – СПб., 2013. – Вып. 14. – 194 с.
4. Галаева, Е. В. Управление творческим потенциалом предприятий и организаций : дис. ... д-ра экон. наук / Е. В. Галаева. – 2005. – 38 с.

НЕЙМИНГ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

И. А. Зинько

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Целью настоящего исследования является анализ психоэмоционального восприятия слов-названий дисциплин экономических специальностей высшей школы.

С использованием методики А. П. Журавлева проведен расчет коэффициентов психоэмоционального восприятия названий по шкалам «хороший – плохой», «простой – сложный», «красивый – отталкивающий» [2]. Выделены наиболее воспринимаемые дисциплины. Проведен анализ цветовой характеристики звуков названий высших учебных заведений Гомеля. Выделены преобладающие цвета, влияющие на формирование фирменного стиля.

Мы редко задумываемся над тем, почему один предмет называют именно так, а не иначе, есть ли какие-нибудь закономерности в том, что определенное слово имеет свое значение и, наконец, содержание слова связано именно с этой, а не другой фонетической формой. Мы абсолютно уверены в том, что у каждого слова есть свое значение. Но почти никогда не придаем значения тому, что может быть какой-то смысл в самих звуках слова и их звуковом оформлении.

Характерной особенностью удачного нейминга является необходимость создания оригинального названия при соблюдении определенного числа правил, т. е. уже давно известно, какие буквы и слова воспринимаются четче и лучше других, или какие цвета вызывают положительную, а какие – отрицательную реакцию. И вот, каждый специалист в области нейминга работает в условиях, когда секреты его профессии известны широкому кругу коллег. Разумеется, в подобной ситуации очень сложно придумать что-то новое и необычное, однако это не так уж невозможно, как может показаться на первый взгляд.

Исследования ученых, направленные на изучение теории содержательности звуковой формы в языке, положили начало новой филологической области, новой теории – фоносемантике [1]. Впоследствии фоносемантика стала самостоятельной отраслью киберлингвистики. Киберлингвистика позволяет проводить компьютерный анализ фоносемантики слов.

Нейминг – это системный процесс, состоящий из ряда необходимых последовательных этапов, начиная с выяснения истинных целей и задач заказчика, его предпочтений и опасений и заканчивая получением регистрационного свидетельства Роспатента.

Еще в Древней Греции возник знаменитый лингвистический спор о том, как рождаются слова и даются имена вещам. Одни философы считали, что имена даются произвольно, другие были уверены, что имя каким-то образом выражает сущность предмета. Платон считал, что мы выбираем имя предмету, но не случайно, а с учетом свойств предметов и свойств звуков речи, выделяя при этом быстрые, тонкие, громкие, округлые и другие звуки и предметы, а потом «быстрым» предметам даем «быстрые» имена [2].

Вот почему работа над именем начинается с того, что мы долго и обстоятельно разговариваем с нашим заказчиком, выясняя все, что касается его представления о будущем бренде. Эта беседа становится основой брифа – технического задания на разработку имени.

Определение «профессиональная разработка» также подразумевает, что специалисты, создающие название, заранее учитывают способы его графического отображения и дальнейшего использования в составе товарного знака, элементов упаковки или фирменного стиля.

Созданием нейминга занимаются профессиональные лингвисты, филологи, маркетологи, дизайнеры. Выделяются свойства, которыми должно владеть хорошее название. Среди них следующие:

– соответствовать общему стилю компании, товара или услуги, в зависимости от этого быть оригинальным, классическим, научным, игривым;

- гармонично звучать, вызывая нужные ассоциации;
- хорошо запоминаться;
- визуально (письменно) выглядеть отлично;
- быть способным легко рифмоваться в дальнейшем с другими словами и слоганами;
- учесть общенациональные традиции, звучание и письменный перевод на основные иностранные языки (обычно английский);
- понравиться заказчику.

Технология нейминга имеет несколько этапов [1].

1. Brain storming – в процессе этого этапа придумываются возможные названия, которые теоретически могли бы стать именем данного бренда. Обязательным условием является максимальная соотносимость названия с товаром, для которого оно создается.

2. Отсев вариантов по привлекательности и соответствию заданным требованиям.

3. Проверка имени бренда на предмет наличия негативных ассоциаций, нежелательных значений, которое оно может иметь в распространенных языках и т. д.

4. Тестирование названия на предмет его слухового и визуального восприятия.

5. Тестирование названия на предмет восприятия его транслитерации.

После того как все вышеуказанные этапы пройдены, и название показало себя с лучшей стороны, и было признано наиболее оптимальным, остается наиболее важный (с юридической точки зрения) этап – это проверка названия на патентную чистоту и его регистрация.

В настоящее время психическое и эмоциональное воздействие произнесенного имени на человека можно вычислить. Первое компьютерное моделирование скрытого воздействия текстов на человека проведено в 1992 г. и получило название «Проект ВААЛ». В его рамках был создан ряд компьютерных программ, наиболее известными из которых являются системы «ВААЛ» и «Vaal Toolbox». На основании методики ВААЛ А. П. Журавлевым был предложен эффективный способ оценки фоносимволического (психоэмоционального) значения каждого слова с использованием системы из двадцати пяти признаков-антонимов [3].

В рамках настоящего исследования изучалось психоэмоциональное значение слов-названий дисциплин экономических специальностей. Абитуриенты, делая свой выбор в сторону той или иной специальности, рассматривают, как минимум перечень дисциплин, которые они будут изучать. Естественно, важной составляющей в выборе будущего студента является психоэмоциональное значение слова. С использованием указанной методики был проведен анализ фоносимволического значения звуков, составляющих названия таких дисциплин, как экономика, маркетинг, менеджмент, философия, логистика, маркетинговые коммуникации, политология, социология, маркетинговые исследования, товарная политика, туроперейтинг, экскурсоведение, статистика, краеведение.

Значения коэффициента психоэмоционального восприятия имени S_i для каждой шкалы определялись по следующей формуле

$$S_i = \frac{\sum X_i K_i}{\sum K_i}, \quad (1)$$

где X_i – показатель фоносимволического значения звукобуквы; K_i – частотный коэффициент [2], [3].

Для психоэмоциональной оценки каждого звука в дисциплине из вышеупомянутой шкалы были выбраны следующие признаки-антонимы: первый признак – «хороший – плохой», седьмой «простой – сложный», одиннадцатый – «красивый – отталкивающий».

Итак, с позиции шкалы «хороший – плохой» лучшее психоэмоциональное звучание имеют такие предметы, как экономика, экскурсоведение, товарная политика, а вот философия, наоборот, воспринимается тяжело. С позиции шкалы «красивый – отталкивающий» наилучшим психоэмоциональным звучанием обладают опять же экономика, товарная политика, экскурсоведение, а также логистика. В представленном перечне нет ярко выраженных отталкивающих названий. Анализ с позиции «простой – сложный» показал, что самые простые и понятные названия имеют экономика, товарная политика, экскурсоведение.

Таким образом, на основании расчетов коэффициентов психоэмоционального восприятия слов-названий некоторых дисциплин экономических специальностей высшей школы были выявлены наиболее привлекательные названия предметов. Полученные результаты могут быть использованы при организации вступительной кампании.

Литература

1. Анализ восприятия слов, фоносемантика. – Режим доступа: <http://savepearlharbor.com/?p=203816>.
2. Журавлев, А. П. Звук и смысл / А. П. Журавлев. – М. : Просвещение, 1991. – 160 с.
3. Молчанская, А. Д. Что в имени тебе моем? (Нейминг в рекламе) / А. Д. Молчанская // Маркетинг. Реклама и сбыт. – 2003. – № 8 (20). – С. 68–76.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА МОРОЖЕНОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. И. Зорька

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Пищевая промышленность – это группа промышленных отраслей, которая производит готовые пищевые продукты или полуфабрикаты, а также напитки, табачные изделия и также мыло и моющие средства (на жировых производствах). В подразделе пищевых производств выделяют 13 отраслей, в том числе молочную.

Молочная промышленность – отрасль пищевой промышленности, которая объединяет предприятия по выработке из молока различных молочных продуктов. Данная промышленность включает предприятия, производящие животное масло, цельномолочную продукцию, молочные консервы, сухое молоко, сыр, брынзу, мороженое, казеин и другую молочную продукцию.

Целью данного исследования является изучение состояния рынка мороженого в Республике Беларусь.

Мороженое – вкусный и полезный десерт, который любят и взрослые, и дети. Во всем мире считается, что это самый безопасный и доступный вид удовольствия, не запрещенный никакими правилами приличия и традициями. К тому же при современном разнообразии видов данного продукта каждый может выбрать лакомство себе по вкусу. В настоящее время в Беларуси можно найти 160 сортов мороженого.

Мороженое – это продукт, обладающий ярко выраженной сезонностью. В теплое время года, которое длится с апреля по сентябрь, продажи мороженого увеличиваются в 2,5 раза. Второй всплеск происходит во время новогодних праздников, когда продажи увеличиваются на 30 % [1].

Производители мороженого используют несколько подходов к сегментированию рынка. Мороженое делят на «летнее» и «зимнее», т. е. порционное (эскимо, рожки, стаканчики) и развесное (рулеты, ванночки, торты). К летним видам относят мороженое массой не более 150 г – это импульсный ассортимент (решение о покупке принимается спонтанно); мороженое, которое покупается в жаркую (летнюю) погоду и употребляемое в основном на улице. К зимним видам относят мороженое массой более 150 г, предназначенное для домашнего потребления, основной сезон для этих видов мороженого – зима. Также выделяют еще один сегмент – развесное мороженое массой более 1 кг для поставок в сегмент HoReCa.

Многие считают, что это – детский продукт, но по статистике дети не являются основными потребителями мороженого. Около 70 % всего производимого мороженого покупают люди в возрасте от 16 до 45 лет. Причем только 25 % приходится на молодежь до 20 лет, которая в основном ест мороженое по дороге, на улице. Остальные же 75 % предпочитают индивидуальное домашнее употребление [3].

Существует и традиционное ценовое деление на премиальный, средний и экономичный сегменты.

В тройку мировых лидеров по уровню потребления мороженого на душу населения входят США, Финляндия и Швеция. Так, в США на 1 человека в год приходится от 17–20 кг мороженого, в Финляндии и Швеции – 14–17 кг, тогда как в Европе – 7–8 кг, а в России и Беларуси – 2,5–3 кг [1].

Значительный потенциал для расширения рынка мороженого производители данного продукта видят в увеличении ассортимента и расширении продуктовой линейки, предлагая рынку большее разнообразие форм продукта, вкусовых миксов и новых интересных вариантов упаковки [3].

Отличительной особенностью белорусского рынка мороженого является предпочтение классических, молочных сортов и это – не единственная его особенность. Другое значительное отличие заключается в структуре. На Западе и в США большая часть рынка принадлежит развесному мороженому. В отличие от зарубежных стран в Беларуси распространено главным образом порционное мороженое, которое предпочитают есть на ходу. Его доля составляет 75–80 % объема, в то время как на долю «семейного» мороженого приходится менее 10 % рынка. Поэтому и самыми популярными сортами являются такие, которые удобнее всего есть на улице: мороженое в стаканчиках и мороженое на палочке.

Общий объем белорусского рынка мороженого составляет около 30 тыс. т продукции ежегодно [3]. Около 5–7 % мороженого Беларусь импортирует из России, Чехии и Германии [2]. Каких-либо существенных изменений на протяжении последних лет на рынке не происходило, а незначительные колебания определялись текущими конъюнктурными факторами и погодными условиями. Объем рынка мороженого Республики Беларусь в 2017 г. составил 29,9 тыс. т. В настоящее время рынок мороженого находится на стадии зрелости, поэтому наращивание объемов производства отечественными производителями может быть целесообразно только в трех случаях: поставка произведенного мороженого на экспорт, вытеснение импортной продукции с внутреннего рынка и завоевание доли рынка и симпатий потребителей и увеличение интенсивности потребления.

Потребление мороженого в Беларуси на душу населения в 2009 г. составило 2,96 кг на 1 человека, в 2014 г. – 3,16 кг на 1 человека (+6,7 %), а в 2018 г. – почти 4 кг на 1 человека. Уровень потребления мороженого в Беларуси отстает от стран Западной Европы и растет медленными темпами [1].

Белорусский рынок мороженого является одним из наиболее конкурентных. Об этом свидетельствует тот факт, что на рынке присутствует более 20 предприятий, производящих данный вид продукции. Однако из них можно выделить четверку лидеров: СП «Санта-Импекс» (г. Брест); СООО «Морозпродукт» (г. Минск); ОАО «Минский хладокомбинат» (г. Минск) и СООО «Ингман мороженое» (г. Гомель) (бывшая Гомельская фабрика мороженого).

Основным лидером рынка мороженого является компания СП «Санта Импекс», которая занимает долю в 26 %; второе место принадлежит компании СООО «Морозпродукт» – 18 % всех продаж; долю в 16,5 % заняла компания ОАО «Минский хладокомбинат» и замыкает группу лидеров компания СООО «Ингман мороженое», доля продаж которой составляет 8,6 % [3].

Рынок является высококонцентрированным из-за того, что почти 70 % проданного мороженого приходится на 4 производителей, соответственно, оставшиеся 30 % рынка распределяются между средними и мелкими региональными производителями. В каждом регионе страны присутствует от 2 до 5 производителей мороженого, производственные мощности которых располагаются на молочных комбинатах как структурные подразделения или цеха, производящие мороженое.

Важнейшая задача каждого производителя мороженого – максимально приблизить свой продукт к потребителю и расширить возможности по его приобретению. Эта задача решается с помощью системного управления дистрибуцией мороженого и работы с ключевыми каналами продаж.

Производители мороженого по большей части пользуются продуктовой рекламой, продвигая на рынок определенные свои продукты, а не бренд в целом. В качестве наиболее знаковых примеров следует привести рекламные кампании по продвижению таких торговых марок, как «ЮККИ», «28 копеек», Soletto, «Яттис» и др. Что касается содержания рекламных кампаний производителей мороженого, то они очень креативны, весьма эмоциональны, характеризуются ассоциативной составляющей и ориентированы на формирование у потребителя исключительных ассоциаций с мороженым.

На белорусском рынке мороженого наблюдаются следующие тенденции [1]:

- активно пропагандируется здоровый образ жизни, производители занимаются расширением сегмента продукции, ориентированной на данную тенденцию (происходит увеличение производства мороженого с пониженным содержанием жира и сахара; рост объемов выпуска мороженого с функциональными добавками (витаминизированное мороженое, йодированное, с повышенным содержанием кальция и пр.);
- производители увеличивают производство мороженого для домашнего потребления, так как это может значительно увеличить объем продаж;
- производители обращают все больше внимания на оформление упаковки из-за того, что при выборе из двух сортов аналогичного мороженого упаковка играет решающую роль;
- четкое позиционирование (практически каждый бренд ориентирован на конкретную аудиторию: мороженое «Белочка» позиционируется как мороженое для женщин, «Солдатское» – для мужчин, «Яттис» – для современных и успешных потребителей, «Фрудоза» – для молодых потребителей с активным, динамичным образом жизни, «1-ый «А» – для детей»).

С 1 июля 2005 г. в Беларуси введен в действие Государственный стандарт на мороженое – СТБ 1467–2004 «Мороженое. Общие технические условия». Он более точно выражает требования к сырью, упаковке и маркировке данной продукции, методам контроля, условиям хранения и срокам годности мороженого. Достижение данного стандарта – ограничение применения растительных жиров при производстве мороженого, разрешение использовать только кокосовое масло, сокращение сроков реализации мороженого (максимум – 5 месяцев при температуре –18°C). Это хорошо, так как некоторые производители использовали в его производстве пальмовое масло (которое расщепляется при температуре 40 °C), искусственные добавки [2].

Экспортный потенциал белорусского мороженого достаточно высок из-за его высокого качества и конкурентоспособной цены. Основными рынками сбыта являются страны-соседи (Россия, Украина и др.). Основные поставщики продукции на экспорт – это крупнейшие компании отрасли: СООО «Морозпродукт»; «Санта-Бремор»; ОАО «Могилевская фабрика мороженого»; СООО «Ингман мороженое» и др. Высокое качество белорусского мороженого, в первую очередь, обеспечивается за счет использования высококачественного сырья. Основная доля потребления (около 35–40 %) как в Беларуси, так и в России приходится на мороженое в вафельных стаканчиках.

Литература

1. Все о мороженом. Мороженое в Европе. Мороженое в Америке. – Режим доступа: <http://www.about-icescream.ru/8.html>. – Дата доступа: 10.03.2019.
2. Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://president.gov.by>. – Дата доступа: 10.03.2019.
3. Продовольственный торгово-экономический портал. – Режим доступа: <http://www.produkt.by/Journal/item/3056>. – Дата доступа: 10.03.2019.

МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. Б. Каламан

Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

Инновационное развитие предприятия является сложным процессом, требующим планирования и управления средствами инновационной стратегии в соответствии с конкретными возможностями предприятий на основе результатов оценки всех форм возможной инновационной деятельности. При этом задача выбора эффективного направления стратегического инновационного развития предприятия заключается в определении такого оптимального варианта из ряда альтернатив, который в процессе внедрения инноваций отражал бы будущее поведение предприятия по отношению к внешней среде, а именно – к другим субъектам хозяйственной деятельности с учетом индивидуальных внутренних возможностей. Значит, за основу выбора инновационной стратегии необходимо взять анализ ключевых факторов, характеризующих деятельность предприятия [1, с. 63]: состояние отрасли и позиции фирмы в этой области, цели предприятия, интересы и отношение высшего руководства, финансовые ресурсы, квалификацию рабочих, обязательства фирмы, степень зависимости от внешней среды, временной фактор.

Как видим, список ключевых факторов, требующих анализа, можно свести к понятию ресурсной составляющей как индивидуальной потенциальной возможности предприятия и понятие целей, которые предоставляют уникальность и оригинальность выбранной стратегии.

Выделение из множества факторов такой составляющей, как цель, обусловлено тем, что стратегические цели предприятия, направленные на масштабное завоевание рынка, отличаются от стратегических задач фирмы, которая едва сводит концы с концами [2, с. 200].

Связь инновационной стратегии именно с ресурсным обеспечением подтверждает В. М. Аньшин, который определяет инновационную стратегию как систему концептуальных установок, вытекающих из долгосрочных целей, и определяет характер распределения ресурсов между траекториями инновационного развития системы, а также их перераспределения при изменении внутренними и внешними условиями ее функционирования [3, с. 32]. Л. Водачек и А. Водачкова содержание стратегического управления инновациями вкладывают в своевременную концентрацию усилий на усвоение и использование перспективных исследований научно-технического развития и своевременное обеспечения ресурсами динамики инноваций в интересах достижения целей предприятия, создавая условия для долгосрочной эффективности его деятельности [4, с. 37].

То есть рассматривая развитие предприятия как непрерывный процесс расширения его ресурсных возможностей, следует подчеркнуть тот факт, что, поскольку ход развития каждого предприятия строго индивидуален, а значит, каждое предприятие обладает индивидуальным набором ресурсов, нельзя не учитывать влияние, которое осуществляет существующий ресурсный набор на выбор стратегии предприятия. Утверждая, что важным фактором выбора предприятием того или иного вида инновационной стратегии должно выступать ресурсное обеспечение в органическом сочетании с целями стратегии, исследуем взаимодействие именно этих двух факторов и их влияние на формирование предприятием стратегии инновационного развития (рис. 1), отмечая, что инновационные цели организации вытекают из общих стратегических целей, а ресурсный набор предприятия формирует необходимый инновационный потенциал.



Рис. 1. Формирование стратегического инновационного развития предприятия во взаимодействии целей предприятия и ресурсной составляющей

Разработка стратегии включает в себя процесс анализа и определения стратегических ориентиров на рынке, которые корректируются и находят свое отражение в форме различных стратегических программ и проектов. Инновационная цель как со-

ставляющая общих стратегических целей представляет собой желаемый результат деятельности организации (конкретных исполнителей и ответственных руководителей) в виде конкретного (определенного) нововведения, которое реализуется в ограниченные сроки с ограниченными ресурсами и направлено на качественное (радикальное) развитие организации [5]. Следовательно, определение инновационных целей, которое позволяет направить стратегическое инновационное решение на выполнение конкретных задач, связанных с деятельностью предприятия, должно происходить с осознанием руководством внутренних возможностей, представленных в наличии инновационным потенциалом. Соответственно, и управление инновационным развитием, которое направлено на достижение определенных целей, является эффективным только в том случае, когда конкретные стратегические цели могут быть подкреплены реалистичностью их содержания, т. е. ориентированы на истинное положение организации и внешней среды в определенный момент времени [6, с. 12].

Направленность инновационного развития может быть обнаружена с помощью диалектического закона отрицания отрицания, что с преодолением старого качества и сохранением ее позитивного содержания и созданием условий для нового этапа развития раскрывает связь между различными его стадиями [7, с. 115]. Среди исследований, в которых используются особенности закона отрицания отрицания, необходимо выделить работу И. Г. Манцуров [8, с. 17]. Результаты этих исследований подтверждают, что экономическое развитие является переходом от одного состояния экономики к другому, когда в новом периоде не только увеличивается производство товаров, а имеет место и производство новых товаров, и оказание услуг с использованием новых технологий по сравнению с предыдущим периодом. В связи с этим с внедрением инноваций связана, прежде всего, реорганизация, замена внутренней среды предприятия, которая может касаться замены методов производства, организации, управления и т. п.

В отличие от экстенсивного и интенсивного вариантов развития, ориентированных на увеличение объемов производства и, соответственно, снижение расходов, инновационное развитие направлено на увеличение доходов за счет улучшения качественных показателей. Ориентация субъекта предпринимательской деятельности на инновационное развитие позволяет ему адаптироваться к изменениям условий внешней среды и длительное время удерживаться на рынке за счет активизации процессов поиска и реализации на новых направлениях деятельности и усиленной мотивации развития. Таким образом, инновационное развитие характеризуется постоянным обновлением не только ассортимента продукции, внедрением новых технологий, постоянным совершенствованием системы производства и сбыта в соответствии с изменениями внешних условий хозяйствования, но и постоянной мотивацией развития.

Инновационное развитие проявляет себя в целеустремленном и необратимом результате циклического перехода на качественно новый уровень. При этом как составляющая экономического развития, будучи многофакторным процессом, отражает эволюцию хозяйственного механизма и изменение на этой основе экономических систем [9, с. 354], инновационное развитие проходит свои этапы неравномерно, с имеющимися периодами роста и спада, количественными и качественными изменениями в экономике, положительными, отрицательными тенденциями и должно рассматриваться в определенном периоде времени. То есть к характеристике понятия «инновационное развитие» прибавляется временной фактор, отражающий жизненный цикл нововведений как составляющих такого типа развития, отмечающий

неравномерности, дискретности изменений, наличие временных промежутков, за которые необходимо эти изменения осуществить.

Изменчивость инновационного развития позволяет поставить вопрос об обеспечении его управляемости путем создания целенаправленных, связанных между собой изменений с выделением основных характеристик и факторов такого типа развития, к которым авторы исследований [10, с. 126; 11, с. 239–240] относят:

- новаторские цели, инновационные результаты производственной деятельности (товары, услуги, эффективность, конкурентоспособность и т. п.) в тактическом и стратегическом плане;
- инновационные средства достижения целей (фактор-инновации в виде новой техники и технологии, новой организации и мотивации труда и производства);
- возможности воспроизведения инновационной направленности на сбалансированной основе затем, чтобы хозяйствующая система обладала всеми организационно-управленческими, ресурсными и мотивационными условиями для этого;
- специфические методы рыночного исследования;
- резкое увеличение объемов информации и непрерывное ее накопление;
- увеличение глубины прогнозирования и его многовариантный характер.

Анализируя результаты исследований [10], [11], можно сделать вывод, что эффективность инновационного развития достигается при условии обязательного увеличения глубины прогнозирования и планирования каждого варианта деятельности. При этом, на наш взгляд, необходимо обязательно учесть и определить движущую силу такого развития.

Главной движущей силой инновационного развития называют научно-технический прогресс и новые потребности, «удовлетворение которых обеспечивает новые виды деятельности, прежде всего, творческие» [12, с. 26]. При этом, поскольку инновационный тип развития экономики как нельзя лучше соответствует закономерностям научно-воспроизводственных процессов, осуществляется оптимизация использования основных факторов производства во времени и пространстве за счет, как правило, комплексной результативности при достижении основных целей.

Наиболее полное использование преобразующих возможностей основных современных факторов прогресса становится определяющим фактором для стратегии экономического роста. Кроме того, инновационная стадия экономического роста имеет большой запас прочности и способна сопротивляться макроэкономическим изменениям и внешнему давлению. Это позволяет утверждать, что инновационная составляющая модели развития является не только перспективной, но и рационально необходимой в условиях современного развития экономики, а следовательно, требует углубления исследований в направлении определения ее сущности.

Обобщение научных разработок позволяет утверждать, что дефиниция понятия «инновационное развитие» в основном рассматривается в узком и широком смысле как:

- составляющая общемирового научно-технического прогресса – макроэкономический подход;
- механизм реализации внутреннего потенциала предприятия;
- совокупность действий по внедрению нововведений.

Инновационный процесс – это последовательная цепь событий, в котором новация из идеи превращается в разработки и появляется в виде конкретной продукции, технологии или услуги. Систематизированный инновационный процесс – это целенаправленный и организованный поиск изменений и систематический анализ потенциала этих изменений как источника социальных и экономических преобразований. Большинство авторов рассматривает инновационный процесс с позиции кон-

кретного предприятия. При этом разнообразие видов инноваций обуславливает различные подходы к определению структуры и сущности этапов инновационного процесса. Но в общем инновационный процесс представляется как логическая последовательность следующих этапов: фундаментальные исследования; прикладные разработки; внедрения и коммерциализация [13, с. 16].

Несмотря на расхождение во взглядах на подчиненность инновационного менеджмента, ученые единодушно отмечают, что стратегическое инновационное управление производством на сегодня является важной составляющей национального благосостояния любой страны, а оторванность инновационного менеджмента от таких стратегически важных понятий, как анализ, планирование, организация, контроль, приводит к замкнутости инновационного процесса, информационной и маркетинговой необеспеченности нововведений, что особенно характерно для отечественного типа экономического развития [14, с. 43].

Определяя инструментарий управления инновационным развитием, необходимо обратить внимание на то, что развитие предприятия является сложным многогранным процессом, теоретические основы управления которым лежат в плоскости стратегического управления. В то же время протекание инновационных процессов в соответствии со специфической природой нововведений на предприятии при переходе к инновационной модели должно апеллировать к уже разработанному инструментарию инновационного менеджмента во взаимодействии со стратегическим менеджментом, что позволяет говорить об их интеграции, освещенной в ряде научных работ.

Как отдельную дисциплину А. П. Коробейников и А. А. Трифилова выделяют инновационный стратегический менеджмент [15], а В. Г. Мединский стратегический инновационный менеджмент относит «к составной части инновационного менеджмента, решает вопросы управления планирования и реализации инновационных проектов, имеет дело с процессом предвидения изменений в экономической ситуации фирмы, занимается поиском и реализацией масштабных решений, обеспечивающих ее выживание и устойчивое развитие за счет выявления будущих факторов успеха» [16].

Автор Г. Я. Гольдштейн указывает на «тесную взаимосвязь между задачами и подходами стратегического и инновационного менеджмента» и говорит о необходимости разработки теории и практики «единого стратегического инновационного менеджмента» [17]. Решение методологических проблем стратегического инновационного менеджмента находим в работе А. П. Гречневая [18].

Перед стратегическим инновационным менеджментом стоит задача эффективного распределения имеющихся ресурсов инновационного потенциала, определения потребности в ресурсах для обеспечения нововведения в течение всего жизненного цикла, выработки комплекса мер для укрепления жизнеспособности и мощи предприятия – формирование внутренней стратегии инновационного развития и адаптивной реализации освоенных нововведений в соответствии с этапами инновационного процесса и изменениями среды внешнего – внешняя стратегия инновационного развития.

Таким образом, возможно констатировать, что взаимосвязь функций стратегического и инновационного менеджмента позволяет разработать эффективные направления стратегического управления инновационным развитием за счет формирования инновационной стратегии, и, охватив жизненный цикл инноваций на предприятии, проводить детально спланированную инновационную деятельность, скоординированную методами стратегического управления.

При этом важность стратегического управления инновационным развитием предприятия формирует потребность исследования понятия «стратегия инновационного развития», принципов ее формирования и определения места инновационной стратегии в структуре общей стратегии предприятия.

Следовательно, можно утверждать, что управление инновационным развитием предприятия не ограничивается только определением целей инновационной стратегии, а требует оценки возможностей фирмы по их реализации. Из этого следует, что инновационная цель формирует вектор развития, который должен обеспечивать достижение поставленных целей, но лучшие результаты предприятие может получить лишь при условии соответствия его целей имеющемуся инновационному потенциалу, через который осуществляется развитие организации. Поэтому выбор и реализация инновационной стратегии зависит от состояния инновационного потенциала, формирование которого может осуществляться за счет компонентов и элементов внутренней среды организации. Набор ресурсов (финансовые, материальные, информационные, социальные и т. д.), которыми располагает организация, формирует ее инновационный потенциал и характеризует готовность к систематическому инновационному развитию, а следовательно, влияет на структуру и направления инновационной стратегии.

Литература

1. Виханский, О. С. Стратегическое управление : учебник / О. С. Виханский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гардарики, 1998. – 296 с.
2. Стадник, В. Инновационный менеджмент : учеб. пособие. / В. Стадник, М. А. Йохна. – М. : Академвидав, 2006. – 463 с.
3. Инновационный менеджмент: концепции, многоуровневая стратегия и механизмы инновационного развития : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. В. М. Аньшина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Дело, 2007. – 584 с.
4. Водачек, Л. Стратегия управления инновациями на предприятии : сокращ. пер. со словац. / Л. Водачек, О. Водачкова. – М. : Экономика, 1989. – 166 с.
5. Управление организацией / под ред. А. Г. Поршнева, З. П. Румянцевой, Н. А. Саламатинной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА, 1998. – 669 с.
6. Управление исследованиями и инновациями / под ред. А. Форти – М. : Наука, 1994. – 144 с.
7. Подольская, Е. А. Философия : учебник / Е. А. Подольская. – М. : Центр учеб. лит-ры, 2006. – 704 с.
8. Манцуров, И. Г. Статистика экономического роста и конкурентоспособности страны : монография / И. Г. Манцуров. – М. : КНЭУ, 2006. – 392 с.
9. Осецкий, В. Л. Инвестиции и инновации: проблемы теории и практики : монография / В. Л. Осецкий. – М. : ИАЭ УААН, 2003. – 412 с.
10. Гончарова, Н. П. Инновационный тип развития как фактор сбалансированности экономики / Н. П. Гончарова // Стратегия экон. развития Украины. – 2002. – № 1 (8). – С. 125–132.
11. Ильяшенко, С. Н. Управление инновационным развитием: проблемы, концепции, методы : учеб. пособие / С. М. Ильяшенко. – Сумы : Украин. кн., 2003. – 278 с.
12. Шовкун, И. А. Модели инновационного развития: международный опыт и уроки для Украины / И. А. Шовкун // Проблемы науки. – 2002. – № 8. – С. 26–34.
13. Павленко, И. А. Инновационное предпринимательство в трансформационной экономике Украины : монография / И. А. Павленко. – М. : КНЭУ, 2007. – 248 с.
14. Мостовая, И. В. Инновационный менеджмент в современном производстве: Развитие социальных технологий / И. В. Мостовая, К. М. Дзыбов. – Ростов-н/Д : Изд-во Ростов. ун-та, 1998. – 105 с.
15. Коробейников, О. П. Интеграция стратегического и инновационного менеджмента / В. П. Коробейников, А. А. Трифилова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – № 4. – С. 25–36.
16. Медынский, В. Г. Инновационный менеджмент : учебник / В. Г. Медынский. – М. : ИНФРА-М, 2002. – 295 с.

17. Гольдштейн, Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент : учеб. пособие / Г. Я. Гольдштейн. – Таганрог : Изд-во ТРГУ. – 2004. – 267 с.
18. Гречан, А. П. Основы определения инновационного развития экономики / А. П. Гречан // Инновации. – 2006. – № 8. – С. 12–14.

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF BARRIER-FREE TOURISM IN GOMEL REGION

Yulia Kovalchuk

*Educational institution «Sukhoi State Technical University of Gomel»,
Republic of Belarus*

Academic adviser E. N. Karchevskaya

The increasing of population's life level and quality of life over the past decade in the Republic of Belarus has led to increasing of free time, financial stability and growth of the needs for rest and recuperation, so there has been a dynamic development of the tourism sector and appearing of its new types, directions, forms of organization of tourist services [1].

Barrier-free tourism (tourism for people with disabilities) relates to a promising area of tourism in the Republic of Belarus – the creation of conditions for ensuring the availability of tourist services to all categories of consumers occupies a priority place in the system of strategic goals of tourism development in the country [1].

Global aging trends in the world lead to a steady increase in the number of people with disabilities. According to the World Health Organization there are now more than one billion people with disabilities. Along with this, it is an increase in amount of tourists with disabilities. 10 % of the Europe travellers have one or another malfunction. This causes an increased attention to ensuring equal rights to ordinary people and to people with disabilities to express their rights to work, rest, and have cultural and entertainment facilities [1].

Barrier-free tourism is the most right solution of this problem.

The level of barrier-free tourism development, its availability the maturity of the legal framework are a characteristic feature of social development and economic attractiveness of a country.

Thus, the formation of conditions for ensuring the availability of tourist services to all categories of consumers is today one of the most important issues in the system of strategic goals of tourism development. In connection with this fact, the theoretical and methodological problems of barrier-free tourism are increasingly being considered by researchers.

The purpose of the study is to develop proposals for the development of barrier-free tourism in the Gomel region.

For reaching this goal we need to meet this challenge – look through the analysis of the development of barrier-free tourism in the Gomel region

Service-design methodology was used and exactly the method called «Mocassin» [2].

The «Mocassin» method implies «try on shoes» of different customers. In other words, it is important to try to put yourself customers' shoes and pass their «buyer» way. And to determine who are potential customers, how they live, what situations appeal to you [2].

This method helps to evaluate the customer's experience, to understand how convenient it is for customers to use a product or service, to find the reasons for possible objections from customers, to improve the product or service.

It is needed to use this method when analyzing clients and their physical characteristics, lifestyle, motivation, life situation and etc. It is important to put yourself in clients'

shoes and try to do everything than a person does (for example, find information on the website, order goods, set up a device and turn it on. Find weaknesses and change it [2].

This method works if the target audience has features like health problems, different lifestyle, remote location.

Let me consider the example: travel agency organizes a shop-tour. There are some nuances:

- transfer to destination place with facilities for people with disabilities;
- process of “in and out” from the vehicle;
- behavior in the vehicle;
- possible assistance;
- mobility in the city.

Individual assistance is required as such people are in different groups of disability.

It is necessary to provide these people with disabilities with the opportunity to get into the vehicle or the nearest bus stop independently. It is needed to negotiate with the carrier on the organization of a minibus from the supermarket to the vehicle, if there is no parking available.

Let's make a traveller map. It includes the following steps:

- searching for the information;
- clarification of people with disabilities of their preferences and wishes;
- planning;
- order of a vehicle;
- safety protection measures and first aid;
- get into a vehicle;
- get out of the vehicle;
- pastime;
- return to home;
- impressions.

Let's feel each stage like a person with disabilities.

Searching for the information. If a person is visually impaired, then it is difficult for him to read information in electronic sources if they do not have a version for the visually impaired, in magazines or newspapers. He needs a help of a person who has the information about the tour. If a person has problems with musculoskeletal system, then it will be more difficult for him to go somewhere to search for information of the tour, so he can use the Internet resources instead. If a person is hearing impaired, he needs to be provided with an online resource, magazine or newspaper where he can learn something about the tour.

Clarification of people with disabilities of their preferences and wishes. For example, the visually impaired people need to be provided with some assistant who will help them to move around the city or the store; for people with problems of the musculoskeletal system help is needed to check in and out of the vehicle, shopping center or just moving along the street; for deaf-and-dumb people we need to find a prompter.

Planning. Help to organize and plan a tour for people with disabilities.

Order of a vehicle. Give contacts of such services.

Safety protection measures and first aid. It is important to know how to behave yourself in emergency situations, especially when travelling.

Get in and out of a vehicle. We should install a ramp, for visually impaired people we need to mark stairs boundaries.

Pastime. Choose the right entertainment for different categories of people with disabilities. For example, visually impaired people will not be able to carefully consider

the sights. People with problems of the musculoskeletal system will not be able to take goods from the upper shelves in the shopping center or dance.

Return to home. Check all the people and ensure each of them is ok.

Impressions. Emotions are very important, because our last step is to make each person happy and enjoyed.

Thus, analyzing the situation with the use of service-design methodology, we can draw the following conclusions.

Disadvantages:

– ill-conceived vehicle;

– lack of ramps;

– lack of site versions for the visually impaired;

Therefore, for the effective development of barrier-free tourism we need to:

– create individual tours for people with disabilities;

– provide such people with the assistant;

– for the visually impaired provide a corresponding version on the site;

for hearing impaired people to offer programs with tactile sensation capabilities;

install ramps in the vehicles for people with musculoskeletal system problems.

Bibliography

1. Smirnova, D. B. Strategic development of barrier-free tourism (on Moscow's example) : candidate of economic science / D. B. Smirnova. – M., 2013. – 28 p.
2. Clients research methods in service design. – URL: https://www.marketing.spb.ru/lib-comm/dm/service_design.htm. – Date of access: 24.02.2019.

НОВЫЯ МАГЧЫМАСЦІ ФЕСТИВАЛЬНАГА ТУРЫЗМУ Ў РЭСПУБЛІЦЫ БЕЛАРУСЬ

М. А. Краўчанка

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
універсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковы кіраўнік А. М. Карчэўская

Фестывальны турызм узнік параўнальна нядаўна і з'яўляецца надзвычай цікавым кірункам у турыстычным бізнэсе. Фестывалі прыцягваюць не толькі рэзідэнтаў, але і турыстаў, аказваючы ўплыў на сацыяльнае жыццё, культуру і структуру грамадства.

Мэта навуковай працы – распрацоўка прапановы па развіццю фестывальнага турызму ў Рэспубліцы Беларусь.

Для дасягнення пастаўленай мэты неабходна рашэнне наступных задач:

– правядзенне аналізу ўзроўню развіцця фестывальнага турызму ў Рэспубліцы Беларусь;

– правядзенне маркетынговых даследаванняў фестывальнага турызму.

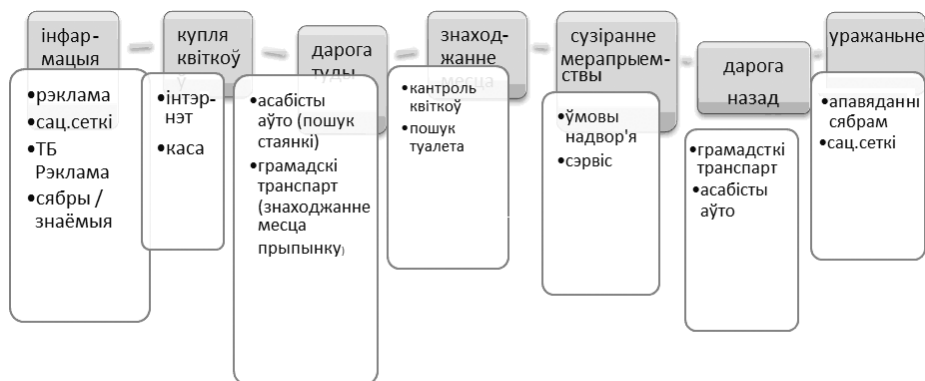
Аб'ектам даследавання з'яўляецца тэрыторыя Рэспублікі Беларусь.

Прадметам даследавання з'яўляюцца тэндэнцыі развіцця фестывальнага турызму.

У дадзенай працы выкарыстана метадыка сэрвіс-дызайну, а ў рамках гэтай метадыкі – метады назірання.

Сэрвіс-дызайн – гэта набор тэхнік, дзякуючы якім можна прадказаць, якія ўражанні і які вопыт атрымае спажывец пры выбары і выкарыстанні канкрэтнай паслугі або тавару [1].

Выкарыстоўваючы метада назірання, пабудуем «карту падарожжаў» на прыкладзе фестывалю «Сожскі карагод». Будзем назіраць за спажывцом і хутка рэагаваць пры ўзнікненні цяжкасцяў. На мал. 1 прадстаўлена «карта падарожжаў».



Мал. 1. «Карта падарожжаў» фестывальнага турызму

На першым этапе вызначаем нашу аўдыторыю. Мы назіраем за рэальнымі людзьмі, якія ўдзельнічалі ў фестывалі, каб зразумець якія пачуцці, эмоцыі, пытанні выяўляюцца на кожным этапе.

Быў падрыхтаваны пералік пытанняў для дадзенага даследавання:

- 1) адкуль спажывец пазнае аб правядзенні фестывалю?
- 2) дзе спажывец купляе квітку?
- 3) як дабіраецца да фестывалю і дадому?

Такім чынам, спажывец, праходзячы па «карце падарожжаў», можа сутыкнуцца з рознымі ўражаннямі, як прыемнымі, так і менш прыемнымі.

Першае, з чым сутыкаецца спажывец, гэта інфармацыя, адкуль ён даведаецца аб дадзеным мерапрыемстве.

Другое – купля квіткаў можа адбывацца праз Інтэрнэт ці ж праз касу, да якой неабходна дабрацца альбо на асабістым аўтамабілі, альбо ж грамадскім транспартам.

Трэці этап – дарога да самога мерапрыемства. Цяжкасць можа паўстаць пры знаходжанні вольнага месца для асабістага аўтамабіля, што тым самым прадаставіць спажывцу непрыемныя ўражанні. Для таго каб пазбегнуць падобнай сітуацыі, неабходна пытацца пры куплі квіткаў, на чым спажывец збіраецца дабірацца. Калі ж спажывец выбірае асабісты аўтамабіль, то неабходна ўказаць нумар месца для стаянкі. Прыбыццё да фестывалю можа ажыццяўляецца на грамадскім транспарце.

Чацвёрты этап – знаходжанне месца. Для праходу да свайго месца неабходна прайсці кантроль квіткаў. З-за вялікай колькасці людзей магчыма стварэнне чаргі, што можа прынесці спажывцу непрыемныя ўражанні. Для таго каб пазбегнуць дадзенай сітуацыі, неабходна даць некалькі праходных шляхоў. Да гэтага ж этапу адносіцца пошук туалета, які займае пэўную колькасць часу. Для хуткага пошуку можна намаляваць схему стадыёна на білеце. Звычайна ў жаночым туалете вялікая чарга, што прыносіць спажывцу непрыемныя ўражанні. Для пазбягання дадзенага інцыдэнту неабходна паставіць некалькі прыбіральных.

Пяты этап – само сузіранне мерапрыемства. Ад месца на квітку залежыць бачнасць гэтага мерапрыемства. Калі спажывец сядзіць на бакавых сектарах ці ж сядзіць высока, яму будзе дрэнна відаць, тым самым ён атрымае непрыемныя ўражанні. У пазбяганне гэтага турысту можна даць бінокль. Дадзенае мерапрыемства

праходзіць на адкрытай тэрыторыі і на прыёмнае баўленне часу могуць паўплываць ўмовы надвор'я. Такім чынам, сэрвіс павінен даць плед, падушку, парасон.

Апошні шосты этап – дарога дадому. З-за вялікай колькасці машын цяжка будзе выехаць, таму спатрэбіцца рэгуліроўшчык і прадастаўленне дадатковага грамадскага транспарту для меншага збору людзей.

Такім чынам, мы апісалі «карту падарожжаў», выявілі, на якіх этапах спажывец можа сутыкнуцца з непрыемнымі ўражаннямі, прапанавалі шляхі вырашэння праблем.

Вынікі аналізу дазваляюць нам арганізаваць канкурэнтаздольнае фестывальнае мерапрыемства.

Мы прапануем ажывіць паганскае свята багіні Макашы і зрабіць яго маштабным і цікавым, каб яно стала фэстам.

Нашы продкі былі язычнікамі, яны верылі ў сілу прыроды і жылі па славянскім календары. Для таго, каб акунуцца назад у мінулае, мы прапануем стварыць новы фестываль багіні Макашы. Гэты дзень заўсёды прыпадае на пятніцу ў канцы кастрычніка – пачатку лістапада.

Макаш – багіня зямлі і дажджу, ўраджаю, прадзення, ткацтва, заступніца рамёстваў, заступніца жанчын, багіня лёсу. Само імя «Макаш», або «Макош» звязваюць з некалькімі версіямі паходжання. Адною з версій, якой прытрымліваецца М. Фасмер, Макаш утварылася ад слова «мокнуць», і ў старажытнасці гэтая багіня напраму была звязана з дажджом і ураджаем [2].

Макаш лічылася заступніцай жанчын і дзяўчат, з'яўлялася апякункай ўрадлівасці, жаночага рукадзелля, гаспадарлівасці і дастатку ў доме, шлюбу, ў родах. Акрамя таго, багіня Макаш тварыла вегетатыўную сілу раслін, давала пачатак жыцця травам і травой жа завяршала яе па сваім меркаванні. Здаўна народ пачытаў багіню Макаш падчас святаў ўраджаю. Вернымі слугамі Макашы з'яўляліся павукі, як лепшыя пральшчыкі. Таму лічылася добрай прыгметай, калі ў дзень памяці Макашы ў твар прыляціць павуцінне, яго нельга ірваць, а калі ў хаце ўбачыць павука, то гэта да поспеху, таму яго нельга забіваць [3].

Сімваламі багіні Макашы з'яўляюцца срэбра, месяцовы камень, горны крыштал, а таксама грэбень, пража, клубок воўны і верацяно. Жывёла Макашы – кошка, якая пільнуе сабраны ўраджай ад мышэй. Мабыць, таму рытуал захаваўся: ў новае жыллё неабходна першай пусіць кошку, каб у хаце жылося добра, а вось зламаць верацяно – дрэнны знак.

У рамках дадзенага фестывалю мы зможам вывучыць гісторыю нашых продкаў, іх абрады і рытуалы, тым самым зможам акунуцца ў сярэдзіну XIII стагоддзя.

Кожны жадаючы можа вырабіць абярэг, які дапаможа прыцягнуць поспех, паклікаць шчасце і прагнаць нягоды. Вырабляць яго неабходна ўласнаручна. Рабіць абярэг для іншага чалавека (нават для дзіцяці) нельга. Як жанчына, так і мужчына, павінны зрабіць яго самастойна, выкарыстоўваючы:

- цукар;
- старую чырвоную тканіну;
- высушаную галіну дрэва.

З тканіны варта зрабіць мяшчок. У садзе неабходна выбраць пладовае або дэкаратыўнае дрэва, якое прыцягвае Вас да сябе, ці падабаецца больш за іншых. Расліна абавязкова павінна быць жывой. На ёй трэба выбраць некалькі засохлых галінак. Варта выбіраць маленькія, паколькі непажадана іх ламаць, змяшчаючы ў мяшчок. Галінкі укладваюць у тканінавы мяшчок, прысыпаюць цукрам і завязваюць.

У працэсе падрыхтоўкі абярэга варта славіць багіню Макаш і прасіць яе аб добрым лёсе, поспеху, багатым ураджаі. Затым мяшочак кладуць пад падушку на ноч. Абярэг у руках гаспадара зараджае сваёй сілай і станоўчай энергіяй [4].

Такім чынам, мы прапануем укараніць язычніцкі фестываль багіні Макашы, які прыцягне яе ўвагу і тым самым павысіць ураджайнасць на агародзе і прынясе ў сям'ю дабрабыт і багацце. А таксама можна будзе набыць абярэгі, якія ў гэты дзень яшчэ больш будуць аберагаць сям'ю і дом ад злых вачэй.

Дадзенае свята можна зрабіць маштабным і цікавым, што дазволіла б прыцягнуць турыстаў.

Літаратура

1. Сервис-дизайн в маркетинге. – Режим доступа: <https://ade.in.ua/servis-dizajn-v-marketinge/>. – Дата доступа: 07.03.2019.
2. Макошь – богиня судьбы и женской магии. – Режим доступа: <https://grimuar.ru/poltergeist/slavyanskie/makosh-boginya-slavyan.html>. – Дата доступа: 07.03.2019.
3. День богини Макоши – повышаем урожайность по славянским традициям. – Режим доступа: <https://vsadu.ru>. – Дата доступа: 10.03.2019.
4. Когда праздник богини Макоши. – Режим доступа: <http://slavyanskaya-kultura.ru>. – Дата доступа: 10.03.2019.

CHILDREN'S TOURISM: ANALYSIS OF MOTIVES OF CHILDREN BEHAVIOR

A. S. Lazareva

*Educational institution «Sukhoi State Technical University of Gomel»,
Republic of Belarus*

Scientific adviser E. N. Karchevskaya

The problems of children's tourism in our country are not enough both at the theoretical and at the practical level. This fact is due to the fact that children's tourism has never brought a large income to entrepreneurs who provide services in this area and, moreover, this type of activity is associated with a high responsibility to parents, children and society [1].

Today, quite a significant number of tourist companies that organize summer children's vacations both in Belarus and abroad work on the market of children's tourism. Summer camps remain the most popular type of children's tourism. By type of recreation, they are divided into children's health camps and centers, sports camps and complexes, international children's camps and centers. In addition, there are sanatorium-type camps specializing in preventive treatment. The object of study is the Republic of Belarus [1].

But at the same time, the demand for children's recreation is the most stable. According to statistics of tourism firms engaged in children's, family and youth tourism, approximately 80 % of their clients are children, 15 % are families, 5 % are youth.

The relevance of the research is due, on the one hand, to the great interest in the topic of «Children's tourism» in modern science and in society, on the other hand, its unprofitability.

The subject of the research is the development trends of children's tourism in the Republic of Belarus.

The purpose of the study – the development of proposals for the development of children's tourism.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

- marketing research of children's tourism;
- study of the analysis of the development of children's tourism.

The technique used is "service design". Service design is the design of points of contact of a person with a service or product.

Service design allows you to identify all points of contact of a person when interacting with a service or product, determine which are positive and which are negative, and also propose a number of solutions to improve the experience of human interaction with this service and product [2].

With the help of a mini-structure in business practice, the simplest so-called "managerial bridge" is built from the specific elements of the strategic structure of this company to its tactical activities.

In this context, the word "bridge" is key and represents the English abbreviation MOST:

- M – Mission – mission;
- O – Objectives – goals;
- S – Strategy as Strategic Priorities – strategic priorities;
- T – Tactics – tactics.

There are the following methods of research clients in service design: analysis of inconvenience, "secret customer", "5 why", "questions in context", "moccasins", "think out loud", observation, interview.

Inconvenience Analysis – the method gives you an understanding of where and why customers are uncomfortable working with your company and products. The only way for a customer-oriented company is to see and eliminate all inconveniences.

Secret customer – using this method, your company can get valuable information about the customer experience. After a person goes all the way, he will be able to tell you a lot of interesting things: what you liked, what didn't like, what pleasantly surprised you, what upset or irritate you.

5 why – the method can be used alone or with others. It is very simple: when a client gives you any feedback about his experience of communicating with your company or product, consistently ask him the question "why?". So you can get to the true causes and motives of the buyer. Ask the client 5 times why he did something this way and not otherwise.

Questions in context – it is perfectly combined with the previous method "5 why". To truly understand your customers, you need to "strike while the iron is hot." In other words, research your customers the moment they interact with your company or product.

Think out loud – just when performing a particular task, ask them to think out loud, i. e. tell everything that comes to mind at this moment. Believe me, you will learn a lot of interesting things Interview – a kind of conversation, a conversation between two or more people, in which the interviewer asks questions to his interlocutors and receives answers from them. In some cases, this happens under recording or live [3].

We determine the method of research – observation. This is a method for assessing consumer behavior in a particular situation, provided that there is no interference in this very situation.

Make a map of the traveler:

1. Search for information.
2. Ask the child about his opinion.
3. Planning.
4. Order/buy a ticket.
5. To conduct a preventive conversation with the child.
6. Landing.
7. Arrival.
8. During time.

9. Sending home.

10. Remembrance.

At the «information search» stage, parents are looking for a suitable tour or ticket for their child.

«To ask the child about his opinion» suggests a discussion about the future traveler about his preferences and the desire to go to a particular place.

In «Planning», parents plan their child's journey based on their preferences.

When «Ordering / buying a ticket», the parent, having already chosen a tour, makes a purchase of tickets.

It is necessary to talk with the child about security measures and his behavior on the trip; this item in the traveler's map is listed as: «conduct a preventive conversation with the child».

«Landing» in the bus provides for the departure of the child to the destination, his accompaniment leaders.

«Arrival» at the place of travel.

«Pastime» considers, leisure in a given place, communication, development, possible trips. «Sending home» from the tour back home.

«Memoirs» the end result of the journey of the child, his emotions about the tour, impression, discussion with parents and friends.

The most problematic in my opinion is the «pastime» stage. The observation time is 30 minutes. The observation involved the participation of 3 children aged 7–9 years. All objects of observation are in school. «Observed 1» and «Observed 2» – in the first grade, "Observed 3" – in the second. All children are engaged in different circles or sections.

To observe the child, we will offer him several options of occupations on his choice. The room equipped for observation has:

- 1) a lot of toys;
- 2) educational games;
- 3) animator;
- 4) computer games.

«Observed 1», when he entered the room for a long time was embarrassed by the animator and hid in a corner. After the past tense, he went to the computer and started playing the proposed games. He did not play long, as the animator began to attract him with games and entertainment. The rest of the time «Test 1» spent in the company of the animator.

«Observed 2» immediately drew attention to the animator and did not hesitate to start the game with him. During all 30 minutes they played all the proposed games and toys.

«Observed 3» at the entrance to the room immediately became interested in the computer, the animator did not pay attention at all. All the time the child spent playing a computer.

Let's make a rating of interest of examinees from the entertainment offered to them:

- 1) animator – 50 %;
- 2) computer games – 50 %;
- 3) toys and educational games – 0 %.

Two of the three subjects “became interested” in the animator and spent more time with him. Computer games just did not go unheeded, the subjects also divided, two of the three became interested in them. None of the children wanted to play toys or developing games alone.

«Observed 1» spent 15 minutes with the animator, and the remaining 15 played a computer game.

«Observed 2» spent all his time with an animator, and «Observed 3» played computer games for 30 minutes. Toys and games were left unattended. Next, make a rating on the duration of busy time:

- 1) animator and computer games;
- 2) toys and developing games.

All two children remained under positive impressions after talking with the animator, «Observed 3» did not pay attention to him. Children also liked computer games and they left positive feedback about them. Make a rating on impressions. We can highlight the following priorities of children's interest.

In the first place of the interest rating of children we can put such an interest that we define as «Animator and computer games». And the second place is occupied by interest, which we called «toys and educational games».

The study revealed the problem that children spend a lot of time on tablets, phones and computer games. They prefer to spend more time with gadgets than with people or for ordinary toys.

To solve this problem, we need to restrict access to a computer or gadget. Spend more time with children and engage with them.

Bibliography

1. The relevance of the development of children's tourism. – URL: <https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=7508>. – Access date: 02.23.2019.
2. Methods of research clients in service design. – URL: https://www.marketing.spb.ru/lib-comm/dm/service_design.htm. – Access date 02.24.2019.
3. Service Design. – URL: <https://is59-2015.susu.ru/tags/page/3/>. – Access date: 02.23.2019.

РАСШИРЕНИЕ УСЛУГ ГОСТИНИЦ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ЭКСКУРСИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. П. Равковская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Основные услуги гостиничных предприятий в последнее время принято расширять, используя такие дополнительные предложения, как предоставление услуг кафе, бара, ресторанного или спортивного комплекса, аренда залов заседания и технической аппаратуры не только для туристов, но и для лиц, не проживающих в гостинице, местных жителей, деловых, корпоративных клиентов и т. д.

Цель данного исследования – обосновать необходимость предложения экскурсионного тура в гостиницах Беларуси.

Идея предоставления экскурсионных услуг от лица гостиницы не нова, в некоторых белорусских гостиницах данные услуги предлагаются и даже пользуются спросом: в Минске – это гостиницы «Планета», «Орбита» и «Славянская», в Гомеле – отель «Парадиз», «Надзея», гостиница «Турист». Особым спросом пользуются программы «Вечерний Минск», «Архитектурные памятники Мира и Несвижа», «Беловежская пуца», «Зеленая жемчужина Полесья».

Экскурсионное обслуживание как элемент дополнительных услуг, предоставляемых гостиницами и туристскими комплексами, стремительно развивается. Гостиницы с возможностью заказа экскурсий – идеальный вариант для тех туристов, кто

хочет познакомиться с культурным наследием страны или города или просто сделать свой отдых запоминающимся.

По результатам опроса клиентов гостиниц города Гомеля, более 30 % респондентов заинтересованы в создании экскурсионного тура, реализуемого гостиницей. Кроме того, по результатам опроса, наиболее востребованы будут комбинированные развлекательные туры. Основная цель таких туров – это развлечение во время туристской поездки.

К примеру, в Гомельском регионе функционирует сразу несколько интереснейших спортивных объектов для любителей активного отдыха. Это Мозырский спортивно-оздоровительный горнолыжный комплекс и Жлобинский центр олимпийского резерва, а также Гомельский ледовый дворец и дворец водных видов спорта. В совокупности эти объекты идеально подойдут для комбинированного экскурсионного тура с уклоном на развлекательный отдых.

Для реализации данного мероприятия необходимо составить примерную программу обслуживания и графика движения по маршруту, где будут подробно расписаны время отправления и прибытия и время на посещение мероприятий, а также рассчитать расходы на оплату труда. Для организации экскурсии воспользуемся услугами менеджера (заработная плата экскурсовода составит около 19,5 бел. р.)

В таблице представим калькуляцию маршрута «Гомель–Жлобин–Мозырь–Гомель».

Калькуляция экскурсионного тура «Гомель–Жлобин–Мозырь–Гомель»

| Наименование статей затрат | Сумма |
|--|-------|
| <i>Собственные расходы организации</i> | |
| 1. Заработная плата экскурсовода | 19,5 |
| 2. Начисления на заработную плату: | 6,75 |
| – Фонд социальной защиты, 34 % | 6,63 |
| – государственное страхование, 0,6 % | 0,12 |
| 3. Накладные расходы | 29,3 |
| 4. Итого себестоимости | 56 |
| 5. Рентабельность, % | 40 |
| 6. Прибыль | 22,2 |
| 7. <i>Итого</i> | 77,7 |
| <i>Налоги и отчисления</i> | |
| 8. НДС, ставка % | 0 |
| 9. Сумма НДС | – |
| 10. Отпускная цена с НДС | 77,7 |
| <i>Услуги сторонних организаций</i> | |
| 11. Транспортные услуги | 1056 |
| 12. Размещение | 300 |
| 13. Входные билеты | 250 |
| 14. Завтрак, обед, ужин | 150 |

Окончание

| Наименование статей затрат | Сумма |
|----------------------------|--------|
| 15. Полная стоимость | 1833,7 |
| 16. На одного человека | 183,4 |

Источник. Собственная разработка.

Таким образом, исходя из данных таблицы, определена розничная стоимость одной путевки по указанному маршруту, которая составляет 183 бел. р. Оценить экономическую эффективность разработанного туристического продукта можно с помощью следующих формул (1)–(3):

$$\text{Э/эффект} = \Pi \cdot K, \quad (1)$$

где Π – прибыль от реализации тура; K – количество туристских рейсов (групп) в год.

Прибыль от оказания разработанной туристической услуги по данным из таблицы равна 22,2 бел. р. Количество туристских групп при существующем спросе – около 50 рейсов в год. Таким образом, годовой экономический эффект от реализации нашего тура будет равен 1110 бел. р.:

$$\text{Э}_{\text{эффект}} = 22,2 \cdot 50 = 1110,27 \text{ бел. р.}$$

Для расчета затрат на оказание нашей экскурсионной услуги необходимо суммировать все имеющиеся статьи расходов на формирование тура.

$$З = ЗП + НО + НР + З_{\text{стор.орг}} = СС + З_{\text{стор.орг}}, \quad (2)$$

где $ЗП$ – заработная плата экскурсовода за оказание туристической услуги; $НО$ – налоговые отчисления в фонды; $НР$ – накладные расходы;

$$З = 56 + 1056 + 300 + 250 + 150 = 1812 \text{ бел. р.};$$

$$\text{Э}_{\text{эфф}} = \text{Э}_{\text{эффект}}/З \cdot 100 \% = 1110/1812 \cdot 100 \% = 61,2 \%$$

Окупаемость экскурсионного тура, только на заработную плату без сторонних расходов, вычислим по следующей формуле (3):

$$O = \Pi \cdot K/СС, \quad (3)$$

где Π – прибыль; K – количество человек в группе; $СС$ – себестоимость туристической услуги:

$$O = 22,2 \cdot 10/56 = 3,9 \approx 4 \text{ человека.}$$

Следовательно, всего 4 человека потребуется для минимальной окупаемости данного мероприятия. При условии, что соберется группа из запланированных 10 человек, проект окупится быстрее и с эффективностью в обещанные 61,2 %.

Исходя из расчетов, внедрение подобного рода услуги в деятельность гостиничного предприятия Гомельщины экономически выгодно, а значит, мероприятие может быть практически применимо.

Для постояльцев гостиницы г. Гомеля также будет разумно предложить обзорную пешеходную экскурсию по городу. Основная цель такой экскурсии – показать гостям город, рассказать интересные факты его истории, а также дать возможность проникнуться культурой белорусской земли.

Основной упор в данной экскурсии будет сделан на центр города. Примерный маршрут следования пешеходной экскурсии по Гомелю может быть следующим: Привокзальная площадь – проспект Ленина – площадь Ленина – Парк Луначарского – набережная реки Сож – Пионерский сквер – Привокзальная площадь.

Рассчитывается полная стоимость пешеходной экскурсии аналогично предыдущим расчетам. Стоимость экскурсии составит всего 11 бел. р. в расчете на одного человека. Исходя из расчетов, экономическая эффективность разработанного туристического продукта составит около 5 %. Окупаемость пешеходной экскурсии составит 6 человек.

Из всего вышеизложенного следует вывод, что данные мероприятия для совершенствования деятельности гостиничного предприятия в результате расширения перечня услуг для своих постояльцев являются экономически выгодными. Помимо экономического они имеют еще и сильное социальное значение – раскрывают спортивный потенциал Гомельского региона, популяризирует здоровый образ жизни и спорт, приобщают гостей города к культурно-историческим и архитектурным достопримечательностям.

Л и т е р а т у р а

1. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь : стат. сб. // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – 195 с.
2. Официальный сайт гостиницы «ЕВРО». – Режим доступа: <http://zorachka.by/catalog.php>. – Дата доступа: 24.02.2019.
3. Информационный портал Гомельской области. – Режим доступа: <http://www.gomeltour.com>. – Дата доступа: 24.02.2019.
4. Официальный сайт транспортной компании «Марилон». – Режим доступа: <https://www.marilon.by>. – Дата доступа: 28.02.2019.

ЭЛЕКТРОННЫЙ БИЗНЕС КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

М. С. Рейбандт

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. И. Исайчикова

Широкое использование современных информационных и коммуникационных технологий качественно преобразовало современную экономику. Нынешние реалии требуют пересмотреть всю стратегию бизнеса, приспособить его к глобальной экономике, изменить мышление и мировоззрение. И здесь важным фактором оптимальности сочетания «новой» и «старой» экономики является включение традиционного бизнеса в технологическую цепочку Интернета.

Заметного повышения эффективности управления предприятием можно добиться за счет внедрения корпоративных систем электронного бизнеса. Такие системы динамически объединяют разнородные информационные и управленческие системы компании и ее партнеров, а безопасные технологии электронных платежей дают возможность осуществлять расчеты в момент совершения сделки.

Существует множество определений понятия электронного бизнеса, которые отражают разные точки зрения и соответствуют профессиональной подготовке и накопленному опыту авторов этих определений. Так, согласно определению специалистов компании IBM, электронный бизнес – это преобразование основных бизнес-процессов при помощи интернет-технологий [1].

Энциклопедия интернет-бизнеса придерживается следующей трактовки: электронный бизнес – это любая деловая активность, использующая возможности глобальных информационных сетей для преобразования внутренних и внешних связей с целью создания прибыли.

Однако, как ни странно, эти определения отражают процессы, связанные в основном с использованием сети Интернет, тогда как развитие электронного бизнеса на сегодняшний день уже перешло этот этап и шагнуло в новую, более обширную эру своего развития. Таким образом, можно дать следующее определение электронному бизнесу.

Электронный бизнес (*e-бизнес*) – это реализация бизнес-процессов с использованием возможностей информационных и телекоммуникационных технологий, систем и сетей [2].

Электронный маркетинг является более выгодным в сравнении с традиционными методами маркетинга, так как он предусматривает гораздо больший процент возврата от финансовых средств, вложенных в качестве инвестиций. Не секрет, что почтовые рассылки и покупка рекламы требуют значительных денег, а вот размещение необходимой информации на страницах профессионально оформленных веб-сайтов позволит «раскрутить» свой продукт буквально за копейки благодаря ежедневному посещению требуемых ресурсов миллионами людей со всего мира. Это обстоятельство лишний раз подчеркивает огромный потенциал электронного маркетинга [3].

Преимущества электронной коммерции по сравнению с традиционными видами деловой активности достаточно значимы: использование электронных форм коммуникации позволяет существенно снизить затраты на организацию и поддержание всей инфраструктуры бизнеса. Отпадает необходимость в торговых залах, функции которых выполняют интернет-магазины; снижаются затраты на рекламу и обслуживание и, как следствие, – цена на товар; уменьшается время на оформление и выполнение заказа; появляется возможность непрерывного контроля за заказами, а также до- и послепродажного обслуживания; возможна персонализация обслуживания клиента; расширяется рынок сбыта товаров и услуг для продавца и возможности выбора для покупателя; появляются принципиально новые возможности для маркетинга; создаются новые направления бизнеса [4, с. 40].

Таким образом, необходимо использовать самые эффективные современные методы развития и продвижения своей торговой площадки. Ведение электронного бизнеса позволяет значительно снизить различные расходы.

С развитием компьютерные технологии, с одной стороны, становятся мощнее и более гибкими, а с другой – все более дешевыми и распространенными. Чтобы добиться успеха, развивающиеся страны должны быть готовы к конкуренции в условиях глобальной экономики, когда производство в мире осуществляется на основе децентрализации и гибкости. И здесь именно компьютерные технологии выступают стимулом к переменам и ускорению темпов развития. Так, используя новые технологии доступа к информации, ее обработки и хранения, бизнесмены смогут работать масштабнее и эффективнее, а также выдерживать конкуренцию со стороны промышленных государств. Даже у малого бизнеса появится больше пространства для расширения: малые предприятия смогут применять компьютерные технологии для

установления партнерских связей с крупными транснациональными корпорациями, организации рекламы, электронной коммерции и др.

С развитием и распространением информационных технологий и систем потребитель получил доступ к информации об имеющихся товарах и услугах, возможность и право выбора лучших, что и сделало его суверенным. Он уже не зависит от посредника и может диктовать условия производителю относительно характеристик, комплектации, качества, количества и даже цены требуемого товара. Потребитель является инициатором коммуникации с производителем и посредником, что дает право говорить о существовании модели интерактивного рынка.

Сегодня существование высокотехнологичной среды, конкурентного давления бизнеса, постоянного совершенствования информационных систем и технологий стимулируют компании пересмотреть свое отношение к управлению информационными системами и технологиями. Как показывает практика, информационные системы и технологии продвигают инновации в получении информации для принятия решений; положительно влияют на реорганизацию отделов компаний и административную работу в компаниях всего мира.

Информационные системы и технологии, действительно, превращаются в ресурс, который может радикально повлиять на структуру организации, предоставить новые виды услуг для клиентов фирмы; открыть новые средства коммуникаций как в самой организации (компании), так и за ее пределами, и т. д. В настоящее время рынок информации, информационных технологий, средств, продуктов и услуг (информационный рынок) – один из наиболее динамичных рынков [5].

Ни одна компания в мире не сможет похвастаться своими значительными достижениями в бизнесе, если ее продукция не будет знакома широкому кругу потребителей. Только при наличии продуманного плана интернет-маркетинга можно достичь значительных успехов и серьезно расширить свою клиентскую базу в течение очень непродолжительного времени при минимальных финансовых затратах. Даже если Вы не планируете получить мировую известность, данная технология позволит Вашему продукту быть узнаваемым в Вашем регионе. Более того, данная технология позволяет компании и ее клиентам общаться на абсолютно новом, более высоком качественном уровне, что положительно сказывается на развитии доверия между продавцами и покупателями и ведет к увеличению числа продаж.

Таким образом, электронная коммерция может рассматриваться как один из современных инструментов бизнеса, позволяющий сократить затраты организаций-производителей, торговых фирм и покупателей при одновременном улучшении качества товаров и услуг и повышении скорости поставки. При этом интернет-маркетинг является перспективным направлением и методологической основой в организации маркетинговой деятельности в информационной среде, позволяющей изучить все факторы, оказывающие решающее влияние на процесс производства и продвижения товаров (услуг) от производителя к потребителю в условиях конкурентного рынка [6].

Литература

1. Кравченко, Л. И. Анализ финансового положения организации / Л. И. Кравченко. – Минск : ПКФ «Экаунт», 2010. – 56 с.
2. Режим доступа: https://studopedia.net/10_12002_tehnologii-elektronnogo-biznesa-osnovnieponyatiya-klassifikatsii-i-rol-v-deyatelnosti-sovremennoy-organizatsii.html. – Дата доступа: 16.03.2019.
3. Режим доступа: <http://www.serafimovich.org/uslugi/2255-chno-takoe-elektronnyj-marketing.html>. – Дата доступа: 17.03.2019.

4. Ермолович, Л. Л. Анализ хозяйственной деятельности организации / Л. Л. Ермолович, Л. Г. Сивчик. – Минск : Интерпрессервис, 2011.
5. Режим доступа: <http://8cent-emails.com/vlijanie-sovremennyh-informacionnyh-tehnologij-na-jeffektivnost-raboty-predpriyatija/>. – Дата доступа: 17.03.2019.
6. Егорушкина, Т. Н. Интернет-маркетинг как инструмент повышения эффективности бизнеса в условиях интернет-среды / Т. Н. Егорушкина, Е. В. Панферова, С. А. Швецов // Концепт : науч.-метод. электрон. журн. – 2016. – Т. 2. – С. 186–190.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

К. С. Сменова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Продукция Республики Беларусь известна за рубежом во многом благодаря пищевой промышленности: молочным, мясным, кондитерским брендам, которые завоевали потребительские предпочтения за натуральность, вкусовые качества и цену.

Если говорить о молочной отрасли, то она является одной из приоритетных отраслей развития экономики Республики Беларусь, так как молоко и молочная продукция являются базовыми в структуре питания населения страны.

Цель данного исследования – оценить состояние рынка молочной продукции.

За последние годы более 140 молочных предприятий объединились в 40 крупных холдингов. Холдинговые компании возникают под влиянием процессов интеграции. Они образуются для определенной цели. Это, как правило, завоевание новых секторов рынка или снижение издержек. Оба этих фактора повышают стоимость компании и ее капитализацию.

Молочные холдинги и заводы Беларуси производят огромный ассортимент: молоко разных видов, сливочное масло, сметану, кефир и другие знаменитые кисломолочные напитки, творог, йогурты и десерты, мороженое, сыры. Сегодня ассортимент молочной продукции, производимой в Беларуси, превышает 1500 наименований – только одних сыров выпускается около 330 видов, масла сливочного – 30, цельномолочной продукции – более 700 видов [1].

Крупнейшими предприятиями отрасли являются ОАО «Савушкин продукт» (г. Брест) – его выручка в 2017 г. составила \$ 457 млн; ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» (\$ 295 млн); холдинг «Могилевская молочная компания «Бабушкина крынка» (\$ 266 млн); Danone Беларусь (\$ 180 млн); ОАО «Милкавита» (\$ 171 млн) и др. [2].

Наиболее крупные молочные компании Гомельской области: ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат»; ОАО «Милкавита». Данные предприятия функционируют в составе холдинга «Гомельская мясо-молочная компания».

Беларусь входит в пятерку мировых лидеров по экспорту молочной продукции наравне с Новой Зеландией, Австралией, странами ЕС и США. В нашей стране стабильный удельный вес составляет 5,5–6 % в мировой торговле данной продукцией. Белорусские молоко и молочные продукты поставляются на рынки 40 стран, но основным направлением остается Россия [3].

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, импорт молочной продукции в Республику Беларусь за январь–декабрь 2018 г. составляет 55830,6 тыс. долл. США, в то время как экспорт из Республики Беларусь за январь–декабрь 2018 г. – 2046893,1 тыс. долл. США. Продукция, импортируемая

в Республику Беларусь: «Имунеле», «Агуша», «Простоквашино», «Растишка», «Тема», «Чудо» (Россия), также «Nestle» (Швейцария) и др. [4].

Как указывалось ранее, Беларусь – основной поставщик молочной продукции в Россию, объем поставок в 2017 г. оценивался в 79 % от общей доли импорта. Максимальная доля импорта из Беларуси зафиксирована в таких товарных категориях, как творог – 99 %; кисломолочная продукция – 94 %; молоко и сливки питьевые – 92 %.

Но с 6 июня 2018 г. Россия ввела против Беларуси экономические санкции, вследствие которых были установлены временные ограничения на поставки в Россию из Беларуси молока и некоторых видов молочной продукции.

Запреты были введены до урегулирования ситуации с обеспечением безопасности белорусской продукции. Ограничения затронули пастеризованные, стерилизованные и ультрапастеризованные молоко и сливки наливом, сухие, концентрированные, консервированные и сгущенные молоко и сливки, наливную, концентрированную и сухую молочную сыворотку, сывороточный концентрат и молочный белок, а также товары, которые поставляются в потребительской таре объемом более 2,5 л.

В I квартале 2018 г. результатом введенных Россельхознадзором ограничений стало 13,9%-е снижение экспорта молочной продукции в физическом объеме из Беларуси в Россию.

Было отменено 22 июня 2018 г. Решение о запрете на поставки определенных видов молочной продукции со всей территории Беларуси. На сайте Россельхознадзора указано, что поставлять на российский рынок молоко, сливки и сыворотку молочную наливом, в том числе в потребительской таре объемом свыше 2,5 л могут ОАО «Барановичский молочный комбинат», СОАО «Ляховичский молокозавод», Волковысское ОАО «Беллакт», КПУП «Мозырские молочные продукты», ОАО «Туровский молочный комбинат», ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» [5].

В 2017 г. в Беларуси уровень производства молока на душу населения составил 752 ег. Всего в 2017 г. белорусские предприятия произвели около 7,32 млн т молока. Этот показатель больше объемов производства в 2016 г. на 2,5 %.

Сравним с другими странами по объему производства молока на душу населения в 2017 г.: Казахстан – 299 кг; Армения – 252; Кыргызстан – 251; Россия – 209 кг.

Для жителей Беларуси потребление молока и молочных продуктов всегда было и остается приоритетным. Большой спрос на них объясняется не только высокими питательными качествами, но и тем, что производство молочных продуктов значительно дешевле, чем других видов продовольствия животного происхождения.

Научно обоснованная норма потребления молока и молокопродуктов Всемирной организации здравоохранения составляет 380 кг на душу населения в год. Из них цельного молока – 120 кг; обезжиренного – 6,8; творога – 8; сыра – 6,6; сметаны – 5,8; сливочного масла – 6 кг. С учетом сложностей экологической ситуации в республике после Чернобыльской аварии норма потребления составляет 403 кг на душу населения в год [6].

Во II квартале 2018 г. потребление молока и молочных продуктов в расчете на члена домашнего хозяйства составляет 268,8 кг в год. Из этого можно сделать вывод, что белорусы потребляют недостаточно молочных продуктов.

Белорусы тратят около 8 % (38,2 % – расходы на покупку продуктов питания) своего дохода на покупку молочной продукции. И этот показатель практически не меняется в течение нескольких лет [7].

С каждым годом в Беларуси увеличивается количество произведенной продукции, появляются новые виды молочной продукции в новой упаковке. Наблюдается

увеличение объемов производства основных видов цельномолочной продукции в Республике Беларусь за последние десять лет. Сокращаются объемы производства ряженки.

Перспективы производства молочной продукции в Беларуси на ближайшие годы – положительные, что определяется ростом внутреннего спроса, а также расширением географии экспорта молочной продукции.

К 2020 г. в Беларуси планируется производить 9,2 млн т молока. Такой целевой показатель заложен в проекте Государственной программы «Развитие аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы».

Планируется, что в ближайшие пять лет объемы переработки молока в стране вырастут на 31 %. Производство сыра увеличится на 30 %; масла – на 32; сухого молока на 56; цельномолочной продукции – на 39 %.

Основным фактором роста производства молока станет увеличение продуктивности скота и рост поголовья. Эксперты оценивают поголовье к 2025 г. – в 407 млн голов. Средняя мировая продуктивность дойного стада вырастет на 300 кг или до 2500 кг молока от коровы в год [8].

Таким образом, можно отметить, что молочная промышленность Республики Беларусь характеризуется положительной динамикой объема производства, а также повышением объемов и доли экспорта. Важнейшими направлениями развития отрасли должны стать расширение емкости внутреннего рынка молочной продукции посредством увеличения ассортимента, повышения экономической доступности, реализации программ обеспечения здорового питания населения, а также диверсификация рынков сбыта.

Л и т е р а т у р а

1. Предприятия молочной промышленности Беларуси стали производить больше масла и сгущенки / БЕЛТА 1999–2019. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/predprija-tija-molochnoj-promyshlennosti-belarusi-stali-proizvodit-bolshe-masla-i-sguschenki-287501-2018/>. – Дата доступа: 20.02.2019.
2. Рейтинг белорусских молочных предприятий // Экон. газета 2019. – Режим доступа: <https://neg.by/novosti/otkrytj/top-20-belorusskih-molochnyh-predpriyatij-po-oficialnoj-vyuchke-v-2017-godu>. – Дата доступа 20.02.2019.
3. Минсельхозпрод: Беларусь остается одним из ведущих мировых экспортеров молочной продукции // СБ Беларусь сегодня. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/minselkhozprod-belarus-ostaetsya-odnim-iz-vedushchikh-mirovykh-eksporterov-molochnoy-produktsii.html>. – Дата доступа: 20.02.2019.
4. Соловьева, Л. Л. Торговые марки и брендинг белорусских производителей потребительских товаров и услуг / Л. Л. Соловьева, О. В. Лапицкая, А. В. Домород. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 239 с. : ил.
5. Россия 6 июня ограничивает ввоз молока и молочной продукции из Беларуси // Прайм-Пресс. – Режим доступа: https://primepress.by/news/kompanii/rossiya_6_iyunya_ogranichivaet_vvoz_moloka_i_molochnoy_produktsii_iz_belarusi-3343/. – Дата доступа: 20.02.2019.
6. Кожемякин, А. Интеграция молочных активов: как объединить, чтобы не навредить / А. Кожемякин // Белорус. экон. портал. – 2009–2019. – Режим доступа: <http://www.ekonomika.by/obzor-glavnoy-stranitsi/integratsiya-molochnich-aktivov-kak-obedinit-chtobi-ne-navredit>. – Дата доступа: 21.02.2019.
7. Национальный статистический комитет Республики Беларусь 1998–2019. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/uroven-zhizni-naseleniya/osnovnye-pokazateli-za-period-s-__po-__gody_4/potrebitelskie-rashody-domashnih-hozyaistv/. – Дата доступа: 21.02.2019.
8. К 2020 году в Беларуси планируют производить 9,2 млн. т молока // Белорус. сел. хоз-во. – 2019. – Режим доступа: <http://agriculture.by/news/apk-belarusi/k-2020-godu-v-belarusi-planirujut-proizvodit-92-mln.-t-moloka>. – Дата доступа: 20.02.2019.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ**М. В. Смирнова***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. И. Исайчикова

Маркетинговая стратегия представляет собой процедуру анализа потенциала компании и объективную возможность на рынке, выбор системы целей организации, разработку планов, ориентированных на снижение риска и предоставление долгого и устойчивого процветания компании. Главное отличие простого долгосрочного плана от стратегии заключается в том, что стратегия должна создавать условия, при которых компания избежит проблем на рынке. Стратегическое маркетинговое управление включает в себя процесс развития и сохранения соответствия стратегии и организационно-функционального потенциала фирмы внешним условиям, реализуется на базе изучения потребности. Главная задача, решаемая в рамках стратегического маркетинга, – ориентация предприятия во внешней среде [1, с. 49].

Разработка маркетинговой стратегии – это не разовый процесс, а постоянная непрерывная работа топ-менеджеров. Создание маркетинговой стратегии основывается на нескольких факторах [2, с. 22]:

- тенденции развития спроса и внешней маркетинговой среды;
- актуальное состояние и особенности конкурентной борьбы на рынке, основные фирмы-конкуренты и стратегическое направление их деятельности;
- управленческие ресурсы и возможности фирмы, ее сильные стороны в условиях конкуренции;
- основная концепция формирования и перспективы организации, ее глобальные цели и бизнес-задачи в основных стратегических зонах.

В целом процесс разработки маркетинговой стратегии компании состоит из четырех основных этапов [2, с. 22]:

1. Маркетинговый аудит фирмы предусматривает процесс проведения анализа и диагностику рынка, конкурентов и самой фирмы. Маркетинговый аудит – это процедура, включающая в себя исследование внешней среды организации и внутренней сферы компании. Цель данного этапа – это подготовка информационной базы для формирования, а также выбора маркетинговой стратегии и выявление соответствующих требований к структуре организации.

2. Определение целей и задач стратегии. Перед тем как планировать, компания обязана провести маркетинговый аудит и установить четкие цели и план развития. Цель должна соответствовать общей направленности организации и квалификации его персонала. Часто стратегия разрабатывается для того, чтобы сформировать положительный имидж организации на конкурирующем рынке.

3. Выбор фундаментальных стратегий направлений маркетинга, где также обязательно нужно определить целевой сегмент, политику торговой марки фирмы. Было бы неразумно сразу после окончания анализа-диагностики ситуации немедленно формировать маркетинг-микс, так как для этого нужно, чтобы все элементы были проникнуты некими основополагающими идеями. Эти важные идеи, которые состоят из пяти фундаментальных элементов маркетинговой стратегии, затрагивается выбор источников объема продаж, целевых групп, позиционирования, марочной политики и приоритетных стратегических направлений развития.

4. Определение маркетинга-микс, где необходимо выявить на основе всех вышеперечисленных фундаментальных направлений и окончательно сформулировать

так называемый маркетинг-микс, т. е. совокупность товарной, ценовой, сбытовой и коммуникационной политики. Оценить маркетинг-микс – значит выявить, позволит ли он, и в какой степени – достичь общих целей, которые были поставлены перед организацией в рамках маркетинговой стратегии. Это оценка должна производиться, с одной стороны, количественным способом и с другой – качественным.

Маркетинговые решения (МР) – решения, принимаемые при планировании и осуществлении маркетинговых исследований, разработке рекомендаций, стратегий, политики, программ, планов и проектов предприятия в области маркетинга [3, с. 12].

Маркетинговые решения принимаются в трех подсистемах маркетинга (исследований, планирования и организации) по всем элементам комплекса маркетинга (4П): продукт; цена; распределение; продвижение (коммуникации).

Маркетинговые решения направлены на разработку и реализацию товарной, ценовой, сбытовой и коммуникационной политики.

Основная задача принятия маркетинговых решений заключается в оценке предлагаемых вариантов решений некоторых проблем по одному или нескольким критериям и выборе одного или нескольких лучших вариантов предлагаемых решений [3, с. 13].

Объектами маркетинговых решений могут быть отдельные элементы процессов производства и реализации продукции (ассортимент, упаковка, цена, хранение, сегмент рынка, продвижение, реализация); экономические показатели (объемы реализации, прибыль, затраты и др.); предприятие в целом и его структурные подразделения (производственные цеха, отделы снабжения, сбыта, маркетинга, финансов).

Субъектами маркетинговых решений являются высшее руководство предприятия (президент, генеральный директор), заместитель директора по маркетингу, менеджеры по маркетингу.

Оптимальные маркетинговые решения – решения, которые удовлетворяют ограничивающим факторам внешней и внутренней среды предприятия и обеспечивают максимальное значение критерия выбора наилучшего решения [3, с. 13].

Подготовка и принятие маркетинговых решений осуществляется в несколько этапов:

1. Анализ и прогноз маркетинговой среды (объектов маркетинга) и формулирование проблемы.
2. Определение целей принятия решений.
3. Выбор критериев эффективности принимаемого решения.
4. Определение ограничивающих факторов.
5. Определение альтернативных решений.
6. Постановка задачи принятия решения.
7. Принятие решения и доведение его до исполнителей.
8. Контроль выполнения решения.
9. Анализ результатов.

Эффективность маркетинговых решений определяется эффектом от его реализации, отнесенным к затратам на его разработку и реализацию.

Главная цель разработки маркетинговых решений – обеспечение устойчивых конкурентных преимуществ предприятия и завоевание ими прочных рыночных позиций [3, с. 13].

Принятие маркетинговых решений должно базироваться на следующих принципах:

– научности (объяснение и предсказание рыночных явлений и процессов на основе научных положений и методов, объективно полученных данных, выявленных закономерностей развития явлений и процессов);

- системности (выявление отдельных структурных элементов, составляющих явление, обнаружение иерархических их взаимосвязей и взаимоподчиненности);
- комплексности (изучение явлений и процессов во всей полноте, взаимосвязи и развитии);
- достоверности (получение адекватных данных за счет обеспечения научных принципов их сбора и обработки);
- объективности (учет возможных погрешностей, исключение тенденциозности в оценках);
- эффективности (достижение выдвинутых целей, соизмерение затрат и результатов).

Принятие МР направлено на определение наилучшего (оптимального) способа действия предприятия для достижения поставленных целей. Если желаемое состояние не соответствует поставленным целям (стратегическим, тактическим или оперативным), то имеет место проблема, требующая решения [3, с.15].

Группам цифрового маркетинга, ориентированным на развитие, очень важно знать и активно использовать возможности оптимизации стратегического маркетинга. Задачи стратегического маркетинга обычно сводятся к следующему:

- 1) управлению технологиями, которые приобретает отдел маркетинга;
- 2) всесторонней оценке эффективности маркетинговой деятельности. При этом помимо обычных маркетинговых методик существуют и другие, обычно остающиеся «за кадром» нюансы, которые обеспечивают успех маркетинговых кампаний [4].

Приведем несколько советов по оптимизации стратегического маркетинга и повышению эффективности кампаний:

1. Создайте рабочий процесс, связывающий разные подразделения.
2. Никогда не забывайте о своей аудитории.
3. Объедините всю информацию о клиентах.
4. Определите важнейшие маркетинговые показатели.
5. Обращайте внимание на рентабельность кампаний. Используйте методологию бережливой разработки для выявления эффективных кампаний.
6. Пользуйтесь скрам-доской для выбора приоритетов на неделю.
7. Постоянно экспериментируйте с новыми технологиями маркетинга.
8. Разработайте долгосрочный маркетинговый план.
9. Наймите стратегического аналитика.

Используя данные советы и информацию, изложенную выше, можно с уверенностью оптимизировать маркетинговые решения и стратегии.

Литература

1. Петрова, А. Н. Стратегический менеджмент / А. Н. Петрова. – СПб. : Питер, 2005. – 496 с.
2. Оптимизация маркетинговой стратегии для повышения конкурентоспособности сервисного предприятия. – Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/28577/1/TPU208855.pdf/>. – Дата доступа: 19.03.2019.
3. Сак, А. В. Оптимизация маркетинговых решений / А. В. Сак, В. А. Журавлев. – Минск, 2006. – 185 с.
4. 10 советов лучших специалистов по оптимизации стратегического маркетинга. – Режим доступа: <https://www.wrike.com/ru/blog/10-sovetov-luchshih-spetsialistov-po-optimizatsii-strategicheskogo-marketinga/>. – Дата доступа: 19.03.2019.

**PROSPETTIVE DI EVOLUZIONE EVENTI NEL TURISMO NELLA
REPUBBLICA DI BIELORUS****A. O. Surina***Università tecnica statale di Gomel in onore del nome P. O. Suhoi Gomel,
Repubblica di Bielorussia*

Supervisore E. N. Karchevskaya

La rilevanza del tema di ricerca è dovuta al fatto che il turismo di eventi di oggi è la zona più attraente del turismo nei territori che non hanno condizioni sufficienti per lo sviluppo stabile del mercato dei servizi turistici, come condizioni climatiche favorevoli, infrastrutture e comunicazioni sviluppate, politica dei prezzi favorevole.

L'oggetto della ricerca sono le risorse turistiche della Repubblica di Bielorussia.

L'oggetto della ricerca sono le tendenze nell'organizzazione di eventi culturali nella Repubblica di Bielorussia.

Lo scopo del lavoro di ricerca è quello di offrire un prodotto turistico del turismo di eventi.

Per raggiungere questo obiettivo è necessario risolvere i seguenti compiti:

- turismo evento di marketing research;
- Sviluppo di proposte per il miglioramento del turismo di eventi.

Nell'ambito di questo studio, viene utilizzata la metodologia di ricerca: il design del servizio, che implica un metodo di intervista.

La progettazione del servizio consente, in base alla progettazione della risposta del consumatore previsto quando interagisce con un prodotto o un servizio, di creare una serie di possibili soluzioni per migliorare la comunicazione. In altre parole, questo è un insieme di tecniche, grazie alle quali possiamo prevedere quali impressioni ed esperienze il consumatore riceverà quando sceglie e utilizza il nostro servizio o prodotto [1].

Esistono i seguenti metodi di ricerca dei clienti nella progettazione dei servizi:

- analisi degli inconvenienti;
- "acquirente segreto";
- 5 perché;
- domande nel contesto;
- "mocassini";
- "Pensa ad alta voce";
- osservazione;
- intervista.

Per il nostro studio, scegliamo il metodo dell'intervista. Il metodo dell'intervista si distingue per la rigida organizzazione e le ineguali funzioni degli interlocutori: l'intervistatore pone domande all'interessato, mentre non ha un dialogo attivo con lui, non esprime la sua opinione e apertamente non rivela la sua personale valutazione delle risposte del test o delle domande [2].

Trucco carta turistica (Figura 1).

"Desiderio" include il bisogno del turista di impressioni vivide, un cambiamento di scenario, un buon passare del tempo, un aumento del livello culturale.

"Ricerca delle informazioni" comprende lo studio del tempo di inoltro dell'evento, la sede dell'evento, il prezzo del biglietto per l'evento, la ricerca dell'azienda per un viaggio al festival "Slavianski Bazaar a Vitebsk".

"Azione" implica l'inizio di prendere misure per un viaggio al festival "Slavianski Bazaar a Vitebsk", ad es. comprare un biglietto, prenotare un hotel, stabilire un budget per un viaggio, ecc.

"Percorso" indica il modo speso direttamente per visitare il festival (forse breve e lungo).

"Assimilazione" significa familiarità con il terreno non familiare: la sede del festival, la sequenza di eventi, il comportamento in un evento sconosciuto, ecc.

"Partecipazione" include la visualizzazione del concerto/evento e la partecipazione come spettatore, un modo per visualizzare l'evento.

"Tempo libero" è il tempo trascorso dopo/prima del concerto/evento. Ad esempio: una passeggiata intorno al sito del Bazar slavo", ecc.

"Impressioni" – il risultato finale di un viaggio nel "Bazar slavo", cioè quando una persona condivide le sue emozioni dopo aver partecipato a un evento, racconta a chi lo circonda le sue impressioni.



Fig. 1. Carta turistica

Le più problematiche sono le seguenti fasi:

- 1) "sviluppo";
- 2) "partecipazione";
- 3) "tempo libero".

Nella prima fase, è stata proposta la seguente domanda per l'intervista:

Vorresti che "l'apertura del bazar slavo" iniziasse (ogni anno) con un evento specifico (ad esempio, il tappeto rosso)?

Nella seconda fase, è stata proposta la seguente domanda per l'intervista:

Pensi che sia necessario modernizzare il formato del festival "Slavianski Bazaar"?

Le seguenti domande sono state compilate per l'intervista della terza fase:

C'è abbastanza intrattenimento nel sito del bazar slavo?

Conosci artisti ospiti, conosci il loro lavoro?

Pensi che sia un'idea interessante avere un "tappeto rosso nel bazar slavo"?

Sono stati intervistati i potenziali consumatori e le persone che hanno visitato il "Bazar slavo di Vitebsk".

L'analisi ha mostrato che il 75 % degli intervistati vorrebbe che il festival, ogni anno, iniziasse con un evento specifico. Il 75 % degli intervistati ritiene che il festival "Slavic Bazaar" debba essere modernizzato. Questo può essere fatto attraverso un evento aggiuntivo, che sarà un'aggiunta interessante al concerto. Questo evento può anche essere trasmesso in televisione, che attirerà più "Visualizzatori di casa".

Alla domanda se c'è abbastanza intrattenimento nel sito di Slavianski Bazaar, hanno risposto come segue: 50 % – sì; 37,5 % – no; 12,5 – abbastanza, ma di più. Più della metà degli intervistati ritiene che l'intrattenimento aggiuntivo troverà ancora i suoi spettatori. Inoltre, il 50 % degli intervistati ha dichiarato di non conoscere tutti gli artisti invitati, il 25 % conosce tutti e il 25 % non ha familiarità con nessuno. Dalla percentuale di questa risposta, possiamo concludere che un'ampia percentuale di intervistati non ha familiarità

con gli artisti che si esibiscono al festival. Questo problema può essere risolto dall'evento proposto: il "tappeto rosso". Questo aiuterà a familiarizzare con gli artisti, con il loro lavoro, i loro meriti, ecc. Il 100 % degli intervistati ha dichiarato di considerare interessante l'idea di un "tappeto rosso".

Da questi risultati di ricerca, possiamo offrire un evento aggiuntivo sul sito del festival "Slavianski Bazaar" – il "tappeto rosso". Secondo i risultati degli intervistati, l'evento di fondo considera il 100 % degli intervistati interessante. Questo evento è popolare in tutti i festival famosi del mondo e ha un alto interesse del pubblico.

Lo studio suggerisce le seguenti conclusioni: "La tappeto rosso" contribuirà a modernizzare il formato del festival "Slavianski Bazaar", aiuterà ad attrarre nuovi spettatori, migliorerà l'immagine del festival, presenterà le nuove generazioni agli artisti onorati delle repubbliche vicine.

Letteratura

1. Perché il design del servizio sta diventando più popolare?. – Modalità di accesso: <http://chp.com.ua/all-news/item/24239-pochemu-servis-dizayn-stanovitsya-vsyo-bolee-vostrebovannyim>. – Data di accesso: 02.2.2019.
2. Metodo dell'intervista. – Modalità di accesso: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Data di accesso: 02.2.2019.

КОНКУРЕНЦИЯ МЕЖДУ ТОРГОВЫМИ МАРКАМИ НА РЫНКЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д. Д. Ткаченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Домород

Белорусская молочная отрасль – визитная карточка пищевой промышленности республики, специализируется на выпуске молока, масла, сыров, мороженого, молочных консервов и других продуктов. В Республике Беларусь насчитывается около 40 предприятий, занимающихся переработкой молока. К крупнейшим предприятиям отрасли относятся ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Бабушкина крынка», ОАО «Молочные продукты», ОАО «Беллакт», ОАО «Молоко» (г. Витебск), ОАО «Березовский сыродельный комбинат», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», «ОАО Глубокский молочноконсервный комбинат» [2].

Цель исследования заключается в выявлении основных конкурирующих брендов молочной продукции на белорусском рынке. Для достижения данной цели были решены задачи, касающиеся определения понятия товарной марки, изучения литературы с целью выявления основных конкурентов на рынке молочной продукции среди белорусских производителей, а также проведение опроса среди жителей г. Гомеля.

Торговая марка несет покупателю определенный набор свойств, преимуществ и услуг. Она служит отметиной, эмблемой, сообщающей определенные сведения о товаре [4].

В топ самых популярных торговых марок молочной продукции на рынке Республики Беларусь входят «Бабушкина крынка», «Савушкин продукт», «Славянские традиции», «Лепелька», «Здравушка», «Лидская буренушка», «БелЛакт», «Рога-чевь», «Минская марка», «Ласковое лето», «Березка», «Молочный мир» и «Моя Славита» [2].

Для того чтобы выявить, какие марки белорусской молочной продукции являются более популярными, а какие – менее, а также для изучения потребностей покупателей, узнаваемости фирменного стиля, логотипа и принятия основных направлений по совершенствованию сбытовой деятельности предприятия был проведен опрос.

Он представлял собой беседу (интервью) исследователя с покупателями с целью получения интересующих его данных, которые оформлялись в виде заранее подготовленной анкеты. Выборка опрашиваемых осуществлялась методом случайного отбора с обеспечением представительства в ней различных социальных и возрастных групп. В опросе участвовало 50 человек, преимущественно жители г. Гомеля.

Согласно результатам опроса, первым названным брендом молочной продукции является «Савушкин», который назвали 18 % опрошенных. На втором и третьем местах находятся торговые марки «Бабушкина Крынка» (11 %) и «БелЛакт» (9,2 %). От 5 до 9 % опрошенных назвали такие бренды, как «Брест-Литовск», «Ласковое лето», «Danone», «Простоквашино», «Молочный мир», «Campina». Менее известными являются такие торговые марки, как «Даниссимо» (3,10 %), «Моя славита» (2,90 %), «Рогачевъ» (2,20 %) и «Клецкая крыначка» (1,60 %). Один процент опрошенных назвал следующие торговые марки: «Славянские традиции», «Глубокое», «Чудо», «Здравушка», «Молочная страна», «Венский завтрак». От 0,50 до 0,10 % опрошенных назвали такие бренды молочной продукции, как «Свежие новости», «Березка», «Аристей», «Депи», «Минская марка» и «Веселые внучата».

В таблице представим информацию о том, какие торговые марки молочной продукции респонденты приобретали за последние полгода.

Приобретение молочных продуктов в зависимости от торговых марок за последние полгода

| Торговая марка | Процент респондентов |
|--|----------------------|
| «Савушкин» | 17 |
| «Бабушкина Крынка» | 11 |
| «Беллакт», «Брест-Литовск», «Ласковое лето», «Простоквашино», «Danone», «Молочный мир», «Campina» | 59,9 |
| «Даниссимо», «Малочны гасцінец», «Минская марка», «Чудо», «Клецкая крыначка», «Венский завтрак», «Свежие новости», «Славянские традиции», «Глубокое» | 1–4,9 |
| «Депи», «Рогачевъ», «Здравушка» | Менее 1 |

При анализе потребительского поведения по отношению к производителям молочной продукции также основными по популярности являются «Бабушкина крынка» и «Савушкин» – большая доля респондентов покупала последние полгода именно их продукцию. Однако большинство респондентов (17 %) покупала чаще всего последние полгода именно продукцию производителя «Савушкин».

Более 56 % респондентов покупают молоко, около 29 % – кефир, всего 6 % приобретают сметану. Это говорит о том, что производителям необходимо делать больший упор на разработку бренда молока, показывая его пользу.

Респондентам был задан вопрос о том, как часто они покупают молочные продукты. Большинство из них (37,3 %) ответили, что покупают молочные продукты два раза в неделю, чуть меньше (35,2 %) покупают молочную продукцию раз

в неделю. Оставшееся меньшинство (27,5 %) покупают молочную продукцию реже одного раза в неделю. Чаще всего покупают в выходные и праздничные дни.

Относительно выбора товара в зависимости от его качества респонденты распределились следующим образом: на 65 % опрошенных влияет качество при выборе продукции, а на 35 % – нет. Исходя из этого, можно сделать вывод, что предприятиям по выпуску молочной продукции необходимо производить как можно больше качественной продукции, так как она является наиболее востребованной среди потребителей.

Большинство респондентов предпочитают натуральные продукты (87 %), оставшиеся 13 % опрошенных считают, что сегодня все продукты – ненатуральные. Таким образом, производителям следует выпускать натуральную продукцию для привлечения большего числа покупателей.

Респондентам был задан вопрос об упаковке. Около 69 % (в основном это дети и молодые люди) опрошенных обращают внимание на упаковку и 31 % – внимания на упаковку не обращает. Это говорит о том, что людям важен внешний вид приобретаемого ими товара. Следовательно, производителям молочной продукции необходимо уделять внимание не только вкусовым качествам выпускаемой ими продукции, но и ее упаковке.

При выборе молочной продукции более 65 % опрошенных (в основном люди пенсионного возраста) обращают внимание на цену, т. е. цена является одним из основополагающих факторов при выборе молочной продукции, и полагаясь на обратную зависимость, чем выше цена, тем ниже будет спрос.

На вопрос: «Обращаете ли Вы внимание на производителя молочной продукции?» 45 % опрошиваемых ответили положительно, оставшиеся 55 % – отрицательно.

Завершающим вопросом был вопрос о том, в каких магазинах респонденты чаще всего покупают молочные продукты. Результаты были следующими: около 40 % опрошиваемых ответили, что приобретают молочные продукты в павильоне у дома; 25 % – в супермаркетах; 20 % – в универсамах и оставшиеся 15 % опрошиваемых приобретают молочную продукцию на мини-рынках. Это говорит о том, что людям удобнее покупать продукты вблизи от их места жительства, следовательно, в таких магазинах должен быть представлен большой спектр молочной продукции.

Анализируя данные, полученные в ходе анкетирования, можно сделать следующие выводы: больше всего по объему продаваемой продукции покупают молоко – 56,18 % и кефир – 28,8 %. При покупке люди обращают внимание, прежде всего, на качество, натуральность и цену товара. Упаковка товара покупателям интересна. Далеко люди за продуктами не ходят, предпочитая «магазин у дома», в супермаркетах и универсамах покупают в основном, когда закупают продукты по выходным «на всю неделю», и на производителя продукции обращают внимание недостаточно. Это означает, что производителям молочной продукции необходимо заниматься формированием «своего потребителя».

Одной из составляющих конкурентоспособности белорусских молочных продуктов является их бренд. Еще несколько лет назад кроме товарного знака «Савушкин» на рынке не было профессионально брендированной молочной продукции. Сейчас ситуация меняется с каждым днем. Потребитель уже знает и выбирает такие товарные знаки, как «Бабушкина крынка», «Здравушка», «Беллакт», «Калинка», «Моя Славита» и др. Региональные производители начали задумываться о том, что выживание и расширение рынка невозможно без контакта с потребителем.

Кроме того, у белорусских предприятий имеются сложности с выходом на розничные сети, слабо развит брендинг, а также уделяется недостаточно внимания изме-

нениям на рынке. Есть вопросы по упаковке продукции, изучению потребительского спроса. Совершенствовать эти процессы при осуществлении внешнеэкономической деятельности белорусским молокопереработчикам предстоит уже в ближайшее время с учетом ожидаемого усиления конкуренции на российском рынке [1].

Исходя из вышеуказанного, можно сделать вывод, что на выбор торговой марки непосредственно влияют качество производимой продукции, ее упаковка, а также цена. Это и есть основные критерии, которыми пользуется потребитель при выборе того или иного товара (в нашем случае – молочной продукции). Торговая марка «Савушкин продукт» является наиболее конкурентоспособной благодаря именно этому сочетанию: «цена–упаковка–качество» и, соответственно, является наиболее востребованной на рынке молочной продукции, занимая первые позиции в списке ключевых игроков.

Литература

1. Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен. – Режим доступа: <https://ncmps.by>. – Дата доступа: 11.03.2019.
2. Годовой отчет за 2015 год. Молочная отрасль / Юнитер. – Минск : ЗАО «Инвестиционная компания «ЮНИТЕР», 2016. – 23 с.
3. Котлер, Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер, В. Вонг, Г. Армстронг. – М. : Вильямс, 2010. – С. 115.
4. Соловьева, Л. Л. Торговые марки и брендинг белорусских производителей потребительских товаров и услуг / Л. Л. Соловьева, О. В. Лапицкая, А. В. Домород. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 239 с.

ПОКАЗАТЕЛИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И ИХ ОЦЕНКА

А. А. Чижик

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Конкурентоспособность продукции – это характеристика товара (услуги), отражающая его отличие от товара конкурента как по степени соответствия конкретной потребности, так и по затратам на ее удовлетворение [1]. Содержание категории «конкурентоспособность продукции» можно раскрыть через совокупность показателей конкурентоспособности.

Целью данного исследования является выбор и оценка показателей конкурентоспособности для кормоуборочной техники.

Показатели конкурентоспособности машиностроительной продукции делятся на:

- качественные показатели;
- экономические показатели.

Качество машиностроительной продукции – это совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Количественные характеристики этих свойств называют показателями качества продукции.

Показатели качества разделены на группы [2]: показатели назначения, показатели надежности; показатели технологичности; эргономические показатели; эстетические показатели; показатели стандартизации и унификации; показатели транспортабельности; патентно-правовые показатели; экологические показатели; показатели безопасности.

Разработаем систему групповых и единичных качественных показателей для кормоуборочной техники на основе изучения рынка и требований покупателей. Самая многочисленная группа – показатели надежности. Остальные группы представлены совокупным групповым показателем.

Показатели назначения – определяют технологические возможности и прогрессивность конструкций. Эти показатели являются основными при оценке технического уровня и качества продукции и используются как критерии при оптимизации процесса управления качеством.

Показатели назначения для кормоуборочной техники:

1. Производительность (производительность при уборке трав, т/ч; производительность при подборе валков, т/ч; производительность при уборке кукурузы, т/ч; ширина жатки для уборки трав, м; ширина жатки для грубостебельных культур, м; ширина подборщика, м; мощность двигателя, л. с.; ширина измельчающего барабана, мм; диаметр измельчающего барабана, мм).

2. Возможность сбора урожая разных культур (количество культур).

3. Возможность уборки на полях с высокой урожайностью и на малопродуктивных участках (урожайность, т/га).

4. Возможность работы в сырую погоду и при вечерней росе (влажность подбираемой массы, %).

5. Качество технологического процесса (установочная длина резки, мм; длина резки 0–30 мм, % в массе; полнота подбора, %; фактическая пропускная способность, кг/с; линейная плотность валка, кг/м; потери общие, %; объем бака топливного, л; масса комбайна эксплуатационная с подборщиком, т).

Показатели надежности – это свойства изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах. Если изделие не обладает необходимой надежностью, то все технические характеристики теряют свое практическое значение [3].

Показатели надежности для кормоуборочной техники: срок службы, лет; удельная суммарная оперативная трудоемкость технических обслуживаний, чел.-ч/ч; наработка на отказ, ч.

Эргономические показатели качества продукции – это количественные характеристики одного или нескольких ее эргономических свойств, используемые для определения ее соответствия эргономическим требованиям, определяемым свойствами человека и характеристиками среды использования и предъявляемым к изделию для повышения эффективности взаимодействия человека с данным изделием [4].

Эргономические параметры кормоуборочной техники: комфортабельность кабин для операторов, система освещения, наличие компьютерной системы, система видеонаблюдения за заполнением емкости.

Эстетические показатели характеризуют информационно-художественную выразительность изделия (оригинальность, стилевое соответствие, соответствие моде); рациональность формы (соответствие формы назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам); целостность композиции (пластичность, упорядоченность графических изобразительных элементов) [5].

Эстетические параметры кормоуборочной техники: информационная выразительность; рациональность формы; совершенство производственного исполнения; стабильность товарного вида.

Экономические показатели характеризуют затраты на разработку и изготовление продукции, связанные с обеспечением и повышением ее качества. Они характе-

ризуют также экономическую эффективность использования продукции. Эти показатели позволяют дать экономическую оценку изделия путем учета затрат на всех стадиях его жизненного цикла.

Экономические параметры кормоуборочной техники: удельный расход топлива за время сменной работы, кг/т; цена, р.; эксплуатационные затраты, р.

На первом этапе оценки конкурентоспособности необходимо определить значения единичных показателей.

Все показатели конкурентоспособности делятся на измеримые (имеющие физическую величину) и неизмеримые.

В таблице представлены измеримые показатели конкурентоспособности кормоуборочных комбайнов ПО «Гомсельмаш» (КВК-800), Ростсельмаш (RSM 1401) и Claas (Jaguar 860).

Измеримые показатели кормоуборочных комбайнов

| Показатели | Товары-конкуренты | | |
|--|-------------------|------------|------------|
| | КВК-800 | RSM 1401 | Jaguar 860 |
| 1. Показатели назначения: | | | |
| 1.1. Производительность при уборке трав, т/ч | 75 | Нет данных | 73 |
| 1.2. Производительность при подборе валков, т/ч | 70 | 72 | 78 |
| 1.3. Производительность при уборке кукурузы, т/ч | 155 | 150 | 150 |
| 1.4. Ширина жатки для уборки трав, м | 5 | 5 | 5,12 |
| 1.5. Ширина жатки для грубостебельных культур, м | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 1.6. Ширина подборщика, м | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 1.7. Мощность двигателя, л. с. | 470 | 495 | 476 |
| 1.8. Ширина измельчающего барабана, мм | 780 | 700 | 750 |
| 1.9. Диаметр измельчающего барабана, мм | 630 | 630 | 630 |
| 1.10. Возможность сбора урожая разных культур (количество типов культур) | 2 | 2 | 2 |
| 1.11. Влажность подбираемой массы, % | 70 | Нет данных | 75 |
| 1.12. Качество технологического процесса, кг/с | 32 | Нет данных | 35 |
| 2. Показатели надежности: | | | |
| 2.1. Нарботка на отказ, ч | 60 | 76 | 100 |
| 2.2. Срок службы, лет | 10 | 10 | 10 |
| 3. Экономические параметры | | | |
| 3.1. Цена, BYN | 322920 | 420558 | 552517 |
| 3.2. Эксплуатационные затраты, BYN | 4160 | Нет данных | 5660 |

Единичные сопоставительные показатели конкурентоспособности получают делением значения показателя анализируемого образца на эталонное значение. Сопоставление измеримых показателей носит объективный характер.

Эргономические и эстетические параметры кормоуборочной техники относятся к группе неизмеримых показателей. Определить их значение возможно только с привлечением экспертов или потребителей продукции. Сопоставление неизмеримых показателей имеет субъективный характер.

Следующий этап оценки конкурентоспособности – расчет групповых показателей. Как правило, для сложнотехнических товаров выделяют два групповых показателя – качественный и экономический (классификация по содержанию).

Для повышения точности оценки конкурентоспособности товара при расчете групповых показателей используют коэффициенты значимости.

Последний этап – расчет интегрального показателя конкурентоспособности.

Интегральный показатель качества продукции определяется по ГОСТ 15467–79 как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

В описываемой нами методике расчета конкурентоспособности интегральный показатель получается путем деления группового качественного показателя на групповой экономический. Значение интегрального показателя выше 1 говорит о высоком уровне конкурентоспособности. Расчет интегрального показателя является направлением дальнейших исследований автора.

Литература

1. Центр креативных технологий. – Режим доступа: <https://www.inventech.ru/lib/predpr/predpr0042/>. – Дата доступа: 04.03.2019.
2. Studfiles. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2592248/page:15/>. – Дата доступа: 04.03.2019.
3. Все для учебы. – Режим доступа: <https://all4study.ru/proizvodstvo/osnovnye-pokazateli-nadezhnosti.html>. – Дата доступа: 04.03.2019.
4. Экономическая библиотека. – Режим доступа: <http://eclib.net/37/17.html>. – Дата доступа: 03.03.2019.
5. Знай товар. – Режим доступа: <https://znaytovar.ru/s/Pokazateli-esteticheskix-svojst.html>. – Дата доступа: 04.03.2019.

THE PROMOTION OF SPORTS TOURISM THROUGH THE ORGANIZATION OF COMPETITIONS FOR NON-STANDARD CYCLING TRACK

D. Shandrak

*Educational institution «Gomel state technical University
University named after P. O. Sukhoi», Republic of Belarus*

Scientific director L. L. Solovjeva

Sport and physical culture deserve one of the most important roles in the life of modern man. The development of information technology has led to the fact that people are increasingly staying at home, communicate on the Internet, relax on the Internet, work on the Internet. Physical work has almost disappeared from human life, a sedentary lifestyle has a negative impact on health. Therefore, today the recommendations of doctors to lead an active lifestyle are relevant. In order to instill the habit of actively engaged in physical education, it is necessary to promote activities aimed at an active lifestyle.

The purpose of this study is to develop sports activities that are available to people with different physical training, which will promote an active lifestyle.

Now the bicycle – rather available means of transportation which can be used not only for movement on considerable distances, but also for active recreation and sports competitions.

In each apartment building there are about 30 bicycles, 40 % – mountain bikes. Often they just stand in basements or storerooms, but it is a resource that can be used for physical activity.

To attract the population to an active lifestyle, it is proposed to organize an event that will be available to all. The proposed event assumes that the participant has a mountain bike and the ability to ride it.

Organization of competitions on a non-standard bike track will show all the possibilities of a mountain bike, its owner, as well as attract people to active recreation.

Competitions can be organized, for example, on the territory of the National Park "Pripyatsky", the territory of which allows you to create a track of 15 km in the zone of controlled nature management. Administratively, the Park is located on the territory of Zhitkovichi, Ielchitsky and Petrikov districts of Gomel region. The office is located in the agricultural town of Lyaskovichi, 260 km from Minsk, 270 km from Gomel and 350 km from Brest. The railway station is located in the town of Zhitkovichi – 25 km North of Turov. The Park has the necessary infrastructure, as well as points of medical care.

The 15 km long cycle track will not be the usual flat surface, but a path with obstacles, similar to non-cross-country terrain, which will help to realize all the possibilities of a mountain bike: sharp turns, hills, obstacles that can be overcome using the capabilities of a mountain bike.

To get to the National Park will be a tourist bus (paid separately) or "on their own", using personal cars, train or bus. There is an option for those who would like to participate in the competition, but does not have its own bike, National Park "Pripyatsky" provides rental services for an hour (2 BYN) and a day (11 BYN) [1].

According to the results of the survey, which was attended by 100 people who are members of the community "Velogomel", 40 men and 60 women from the age of 18 years, 40 (40 %) people are interested in organizing such an event and would like to take part in it. All members of the community "Velogomel" is 1060 people. Suppose that 40 % of the community members support the event and participate in it, so the demand is 424 people. Respondents identified that the most appropriate payment value is 10 BYN.

To participate in the competition you must pay a fee. Also, in order to attract people to the competition and stimulate them to participate, participants will be offered a tour of the Park with a professional guide.

The Republican tourist and sports Union will be responsible for the organization.

In order to organize the route, you must make a contribution for the use of resources of the National Park "Pripyatsky" according to the price list is 1000 BYN [1].

In order to mark the route in the Park, it is necessary to protect it with columns, without the use of other fencing means, so as not to violate the integrity of the composition established in the National Park.

Calculate the cost of buying columns:

$$C_{columns} = nc,$$

where $C_{columns}$ – the cost of buying the columns; n – the number of columns (you will need 120 pieces); c – the cost of one post (3 BYN / PC [2]);

$$C_{columns} = 120 \cdot 3 = 360 \text{ BYN.}$$

The manufacturer of metal poles delivers the goods to any point of the region for 50 BYN [2].

Remuneration of movers and installers of posts – 400 BYN, according to the price list on the job site [3].

Advertising costs are defined as 600 BYN, based on the price list of prices for advertising in social networks "Vkontakte" [4], "Instagram"[5] and "Odnoklassniki" [6].

The cost of the tour according to the price list on the website of the National Park "Pripyatsky" is equal to 120 BYN [1].

Members of the jury will be employees of the National Park "Pripyatsky".

Determine the cost of gifts for prizes:

– 1st place – 300 BYN;

– 2nd place – 200 BYN;

– 3rd place – 100 BYN.

Thus, the cost of gifts will be 600 BYN.

Determine the total cost:

$$C_{total} = C_{fee} + C_{columns} + C_{labor} + C_{tour} + C_{transport} + C_{adv} + C_{gift},$$

where C_{total} – total costs; C_{fee} – the cost of the resource usage fee of the National Park "Pripyatsky"; $C_{columns}$ – the cost of buying columns; C_{labor} – labor costs; C_{tour} – the costs associated with the tour; $C_{transport}$ – transport cost; C_{adv} – the cost of advertising; C_{gift} – the cost of gifts;

$$C_{total} = 1000 + 360 + 400 + 120 + 50 + 600 + 600 = 3130 \text{ BIN.}$$

Calculate the income.

Income will receive from the sale of tickets worth 10 BYN:

$$I = 10 \cdot 424 = 4240 \text{ BYN.}$$

Calculate the economic effect of the event:

$$\text{Effect} = I - C_{total};$$

$$\text{Effect} = 4240 - 3130 = 1110 \text{ BYN.}$$

We will determine the effectiveness of the event.

$$\text{Effectiveness} = \frac{\text{Effect}}{C_{total}} 100 \%;$$

$$\text{Effectiveness} = \frac{1110}{3130} 100 \% = 35 \%.$$

This event has an economic effect equal to 1110 BYN. The effectiveness of the event – 35 %.

The proposed event has a social effect, expressed in the fact that people will devote more time to sports and active lifestyle. As a result – improving health and reducing the incidence. After all, it's no secret that fresh air and activity – the key to health.

Literatura

1. Прейскурант цен ГПУ НП «Припятский». – Нац. парк «Припятский». – Режим доступа: http://www.npp.by/about_national_park/price-list/. – Дата доступа: 25.02.2019.

2. Дополнительные услуги СтальГрадИнвест / СтальГрадИнвест. – Режим доступа: <http://sgi.by/services/dopolnitelnye-uslugi/>. – Дата доступа: 25.02.2019.
3. Вакансии на «Моя реклама» // Моя реклама. – Режим доступа: <http://www.moyareklama.by>. – Дата доступа: 25.02.2019.
4. Реклама ВКонтакте / ВКонтакте – Режим доступа: <https://vk.com/ads>. – Дата доступа: 25.02.2019.
5. Реклама «Instagram» / Instagram. – Режим доступа: <https://instagram-press.com/>. – Дата доступа: 25.02.2019.
6. Реклама на «Одноклассники» / Mail.ru GROUP. – Режим доступа: <http://sales.mail.ru/ru/russia/odnoklassniki/latest/#price>. – Дата доступа: 25.02.2019.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ МАРКЕТИНГЕ

А. В. Шах

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Республика Беларусь

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Материальный поток, двигаясь от первичного источника сырья через цепь производственных, транспортных и посреднических звеньев к конечному потребителю, постоянно увеличивается в стоимости. Проведенные в Великобритании исследования показали, что в стоимости продукта, попавшего к конечному потребителю, более 70 % составляют расходы, связанные с хранением, транспортировкой, упаковкой и другими операциями, обеспечивающими продвижение материального потока.

В сегодняшних условиях «уйти вперед» только на базе применения маркетинга уже нельзя. Выявленный маркетингом спрос должен своевременно удовлетворяться посредством быстрой и точной поставки («технология быстрого ответа»). Этот «быстрый ответ» на возникший спрос возможен лишь при налаженной системе логистики [1].

Исторически выйдя на экономическую арену в более поздний период, логистика дополняет и развивает маркетинг, увязывая потребителя, транспорт и поставщика в мобильную, технико-технологическую и плано-экономическую согласованную систему.

Концентрация производства в народном хозяйстве ведет к значительному усложнению транспортного процесса, в связи с чем еще больше возрастает необходимость в интенсивном использовании автотранспортных средств на грузовых перевозках.

Таким образом, оптимизация распределения ресурсов и формирования путей транспортировки товаров является важной задачей в логистическом маркетинге.

К подобным задачам можно отнести очень популярную задачу оптимизации – задачу коммивояжера. При определенных условиях решение ее с помощью известных точных методов становится невозможным из-за большого числа вариантов. Задача коммивояжера – одна из самых известных задач комбинаторной оптимизации, заключающаяся в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу, с последующим возвратом в исходный город. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешевый, совокупный критерий и т. п.) и соответствующие матрицы расстояний, стоимости и др. Как правило, указывается, что маршрут должен проходить через каждый город только один раз – в таком случае выбор осуществляется среди гамильтоновых циклов [2].

Задача коммивояжера является NP-трудной задачей, т. е. точное решение которой может быть получено только за экспоненциальное время. Следовательно, решать ее алгоритмом полного перебора неэффективно при большом количестве вершин графа. Однако существуют различные эвристические алгоритмы, которые позволяют найти рациональное решение данной задачи при большом количестве вершин за приемлемое время. Практическая значимость результатов состоит в возможности применять более рациональные с точки зрения временных затрат алгоритмы при решении задач маркетинговой логистики.

Эволюционное моделирование (evolutionary computation) – направление в искусственном интеллекте, в основе которого лежат принципы и понятийный аппарат, заимствованные из эволюционной биологии и популяционной генетики и объединяющие компьютерные методы (генетические алгоритмы, генетическое программирование, эволюционное программирование и эволюционные стратегии) моделирования эволюционных процессов в искусственных системах.

Пример эволюционного моделирования – генетический алгоритм. Работа генетического алгоритма представляет собой итерационный процесс, который продолжается до тех пор, пока не выполнятся заданное число поколений или какой-либо иной критерий останова.

Основным генетическим оператором является селекция. Селекция – это выбор тех хромосом, которые будут участвовать в создании потомков для следующей популяции, т. е. для очередного поколения. Такой выбор производится согласно принципу естественного отбора, по которому наибольшие шансы на участие в создании новых особей имеют хромосомы с наибольшими значениями функции приспособленности [3].

Для демонстрации работы алгоритма был разработан программный продукт. На главном окне программы для произведения расчета кратчайшего пути необходимо выбрать города, установить процент мутации особей (по умолчанию – 10 %) и размер популяции (по умолчанию – 100000 особей), далее нажать расчет. Информация о стоимости, пути, количестве итераций и количестве затрачиваемого времени на выполнение расчета отображается в таблице на главном окне программы. Результат приведен на рис. 1.

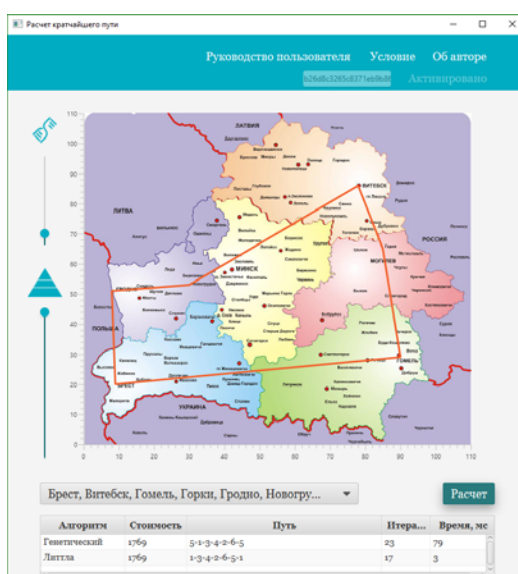


Рис. 1. Результат расчета кратчайшего пути

Проведем аналогичную серию экспериментов для нахождения маршрута, результаты представим в виде графика на рис. 2.

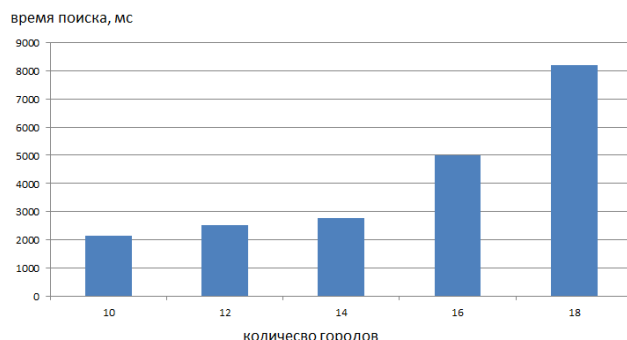


Рис. 2. Результат расчета кратчайшего пути

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод, что генетические алгоритмы хорошо себя зарекомендовали как средство глобальной оптимизации, когда нельзя применить градиентные оптимизационные методы [4].

Их плюсы – не требуется дифференцируемая модель оптимизируемого объекта, а также меньший риск попадания в локальный минимум. Генетические алгоритмы представляют собой разновидность алгоритмов поиска и имеют преимущества перед другими алгоритмами при очень больших размерностях задач и отсутствия упорядоченности в исходных данных, когда альтернативой им является метод полного перебора вариантов [5]. Это позволяет сделать вывод о возможности его применения к маркетинговым задачам.

Литература

1. Шах, А. В. Применение методов искусственного интеллекта в маркетинговой деятельности / А. В. Шах, И. В. Колбаско // Экономика, технологии и право в современном мире : международ. науч.-практ. конф., 20–21 окт. 2016 г. / Баранов. гос. ун-т ; редкол.: А. В. Никишова (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи, 2016.
2. Говор, А. А. Применение эволюционных методов искусственного интеллекта в маркетинговой логистике / А. А. Говор, В. И. Илестинов, А. В. Шах // Содружество наук. Барановичи–2017 : материалы XIII Международ. науч.-практ. конф. молодых исследователей, Барановичи, 18 мая 2017 г. : в 3 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранов. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Климух (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи, 2017. – Ч. 2. – С. 79–80.
3. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320 с.
4. Programma dlja reshenija zadachi kommivojazhjora s pomoshh'ju geneticheskogo algoritma / S. S. Semenov [at al.] // Nauka i obrazovanie : hroniki ob`edinennogo fonda jelektronnyh resursov. – 2016. – № 6. – P. 32.
5. Шах, А. В. Применение генетического алгоритма в маркетинговых исследованиях / А. В. Шах // Экономико-правовые перспективы развития общества, государства и потребительской кооперации : сб. науч. ст. международ. науч.-практ. интернет-конференции / Белорус. торг.-экон. ун-т потреб. кооперации ; редкол.: С. Н. Лебедева [и др.] ; под науч. ред. канд. юрид. наук, доц. Ж. Ч. Коноваловой и канд. экон. наук, доц. Т. С. Алексеенко. – Гомель, 2017. – С. 279–283.

СОСТОЯНИЕ И КОНКУРЕНЦИЯ РЫНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ)

А. Н. Дубровская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель *О. В. Лапицкая*

Пищевая промышленность – одна из наиболее развитых отраслей в Республике Беларусь. Беларусь занимает уверенную позицию на рынке молочных продуктов. На протяжении последних лет производство молока и молочных продуктов в республике растет. Поэтому целью настоящего исследования было выяснение состояния производства и рынка молочной продукции за последние годы и положения рынка молочной продукции за пределами Республики Беларусь.

В 2015 г. сельскохозяйственные организации произвели 6637,5 тыс. т молока, что составило 94,2 % от объема производства в хозяйствах всех категорий; в 2016 г. – 6764,1 тыс. т (94,7 %); в 2017 г. – 6985,3 тыс. т (95,4 %). Объем производства молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах значительно ниже: в 2015 г. он составил 17,5 тыс. т (0,2 %); в 2016 г. – 19,1 тыс. т (0,3 %); в 2017 г. – 21,8 тыс. т (0,3 %). Фермерские хозяйства занимаются коммерческой деятельностью и они предпочитают заниматься специализированным производством. Немного лучше обстоят дела в хозяйствах населения. Так, в 2015 г. объем продукции составил 391,8 тыс. т (5,6 %); в 2016 г. – 356,8 тыс. т (5 %); в 2017 г. – 314,9 (4,3 %). Так происходит, потому что деятельность личных подворий является некоммерческой, и личным хозяйствам выгодно сдавать государству молоко, которое они не смогут потребить ввиду его излишнего количества. Причем на душу населения в 2015 г. пришлось 743 кг; в 2016 г. – 751 кг; а в 2017 – 771 кг. Эти цифры говорят о высоком производстве молочной продукции на данных предприятиях, а также об эффективности государственной политики, помогающей таким предприятиям продвигать продажи их продукции на прилавках магазинов страны и за рубеж и поддерживающей их финансово [1]–[3].

Лидерами по производству молока являются Минская (за 2017 г. – 1793 тыс. т); Брестская (за 2017 г. – 1605 тыс. т); Гродненская (за 2017 г. – 1216,1 тыс. т) и Гомельская (за 2017 г. – 1112,1 тыс. т) области. В Витебской области по состоянию на 2017 г. было произведено 820,7 тыс. т, в Могилевской – 775,1 тыс. т [1]–[3].

Крупнейшими по выручке по состоянию на 2017 являются следующие комбинаты [4]–[6]:

- *ОАО «Савушкин продукт»* (\$ 457 млн) – ранее именовался как «Брестский молочный комбинат». Предприятие ежегодно перерабатывает более 700 тыс. т молока и является флагманом молочной отрасли страны. Ежегодно фирма производит более 200 наименований продукции. Компания владеет шестью брендами: пятью молочными («Савушкин», «Брест-Литовск», «Оптималь», «Ласковое лето» и «СуперКид») и одним соковым («На100ящий»).

- *ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»* (\$ 295 млн) – один из крупнейших производителей сыра, масла и цельномолочной продукции в Республике Беларусь. Предприятие имеет самую большую задействованную мощность переработки в стране.

- *ОАО «Бабушкина крынка»* (\$ 266 млн) является одним из крупнейших в Беларуси производителем молочной продукции и вторым по узнаваемости молочным брендом в стране. «Бабушкина крынка» – крупнейший белорусский холдинг, объединяющий 19 площадок в Могилевской области. Предприятие перерабатывает

до 1,7 тыс. т молока в сутки. Основной продукцией компании являются цельномолочная продукция, сухое обезжиренное молоко, глазированные сырки, мороженое, сливочное масло, твердый, полутвердый и мягкие сыры, термизированный и питьевой йогурты, майонез, заменители цельного молока. Всего фирма производит свыше 380 наименований продукции, реализованные под брендами «Бабушкина крынка», «Веселые внучата», «Актилайт», «Кали ласка», «Свежие новости», известными на территории Республики Беларусь и за ее пределами.

- *Даноне Беларусь* (\$ 180 млн) – филиал французской компании Danone, организованный на базе устаревшего цеха Пружанского молочного комбината. Danone Беларусь – совместное предприятие с государством. На сегодняшний день мощности заводов позволяют производить до 500 т готовой продукции в сутки.

- *ОАО «Милкавита»* (\$ 171 млн) – предприятие, производящее более 120 наименований молочной продукции: молоко, сухое обезжиренное молоко, творог и творожные изделия, кефир, ряженка, сметана, йогурты, глазированные сырки, десерты, детское питание, сладко-сливочное масло, сыры (полутвердые, плавленые), сухой молочный продукт, казеин и другие категории. Продукция выпускается под тремя торговыми марками: «Моя Славита», «Молочное кружево» и «Полесские сыры».

- *ОАО «Минский молочный завод № 1»* (\$ 158 млн) – лидер в производстве детских молочных продуктов, а также единственный производитель лактулозы в Беларуси. Суммарная мощность переработки молока предприятиями завода насчитывается до 900 т в сутки. На сегодняшний день ассортимент продукции насчитывает более 250 наименований. Предприятие производит традиционные цельномолочные продукты и большую линейку десертов.

- *ОАО «Рогачевский МКК»* (\$ 154 млн) – часть холдинга «Гомельская мясомолочная компания», являющееся по совместительству крупнейшим предприятием по выпуску молочных консервов в Европе. Самым известным продуктом комбината является сгущенное молоко. Продукция поставляется в США, Израиль, Иран, Вьетнам, Армения и в другие страны мира.

- *ОАО «Березовский сыродельный комбинат»* (\$ 143 млн) – самое крупное предприятие по производству сыра в Беларуси, расположенное в Брестской области. Основная продукция – полутвердые сычужные и плавленые сыры, цельномолочные продукты, мороженое, сухие молочные концентраты и полуфабрикаты. В состав предприятия входят основная производственная площадка в г. Береза, цех в г. Иваново, цех в г. Ивацевичи и СПК «Луч».

- *ОАО «Беллакт»* (\$ 132 млн) – единственный в стране производитель сухих молочных продуктов для детского питания, расположенный в Волковыске. За последние годы на заводе прошла модернизация оборудования по выпуску жидких и пастообразных продуктов для питания детей раннего возраста. На сегодняшний день продукция «Беллакты» импортируется во Вьетнам, Ирак, Саудовскую Аравию и Афганистан.

- *ОАО «Здравушка-милк»* (\$ 113 млн) был образован в 2012 г. в результате реорганизации ОАО «Борисовский молочный комбинат» путем присоединения ОАО «Березинский сыродельный завод». Основное направление филиала – производство твердых сычужных сыров. Компания располагает в ассортименте более 145 наименованиями продукции.

Среди вышеперечисленных необходимо отметить несколько не менее интересных белорусских переработчиков. Так, в список частных компаний (кроме «Савушкина продукта») входит «Туровский молочный комбинат» – лидер в производстве мягких сыров (выручка \$ 56 млн в 2017 г.) и «Праймилк» – единственный в стране

специализированный переработчик сыворотки (мощность переработки 200 т/сутки, выручка \$ 56 млн в 2017 г.).

Кроме Danone, в молочный рынок Беларуси инвестировали и другие иностранные компании. Так произошло с такими предприятиями, как «Ляховичский молочный завод» (был приобретен Lactalis в начале 2017 г.); ООО «Верхний луг» (совместное предприятие с российским дистрибутором «Краун Групп», специализированное на производстве мягких сыров), а также с предприятиями с частичным иностранным капиталом – «Беловежские сыры» (белорусское предприятие с российским капиталом) и «Белсыр» (белорусское предприятие с польским капиталом). Кроме того, в данный момент ОАО «Здравушка-милк» рассматривается возможность создания совместного предприятия с китайскими инвесторами [4]–[6].

Основными импортерами Беларуси являются Казахстан (в 2015 г. он закупил 21,5 тыс. т; в 2016 г. – 21,6 тыс. т; в 2017 г. – 34,4 тыс. т) и Россия (в 2015 г. она импортировала 1012,4 тыс. т продукции; в 2016 г. – 1015,2 тыс. т; в 2017 г. – 940,8 тыс. т). В 2017 г. значительно вырос экспорт в Китай (7,8 тыс. т); Украину (7,6 тыс. т); Грузию (3,1 тыс. т); Нидерланды (1,6 тыс. т); Монголию (2,5 тыс. т); Турцию (2,9 тыс. т) и Кыргызстан (16,4 тыс. т). Однако мы уступаем многим иностранным компаниям, таким, как «Danone» (Франция), «Nestle» (Швейцария), «Muller» (Германия), California Dairies Inc. (США), «Land O' Lakes» (США) и т. д. [4]–[6]

В целом, можно сказать, что производство молока и молочной продукции – одно из самых прибыльных в Беларуси. Основными методами для повышения конкурентоспособности продукции на мировом рынке являются следующие: улучшение качества производимой продукции; снижение себестоимости товаров; автоматизация заводов и фабрик; производство высококачественной и конкурентоспособной продукции, способной удовлетворить ожиданиям потребителей; агрессивный маркетинг; гибкая ценовая политика; производство натуральной продукции (с добавлением фруктов и ягод вместо вкусовых добавок); активное сотрудничество с другими странами для анализа и распространения своей продукции за границу и изготовление продукции нового вида и одного направления.

Л и т е р а т у р а

1. Производство отдельных видов промышленной продукции в натуральном выражении / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/promyshlennost/godovye_dannwe_prom/proizvodstvo-otd_vid_prom_produ/. – Дата доступа: 20.02.2019.
2. Промышленность Республики Беларусь / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – 2018. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/355/3555da3e76da214a6b806d596fab8223.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2019.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – 2018. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/414/414e12ffeef25173cde661891ff60df5.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2019.
4. Соловьева, Л. Л. Торговые марки и брендинг белорусских производителей потребительских товаров и услуг / Л. Л. Соловьева, О. В. Лапицкая, А. В. Домород. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 239 с.
5. Топ-20 белорусских молочных предприятий по выручке. Часть первая. – Режим доступа: <http://produkt.by/news/top-20-belorussskih-molochnyh-predpriyatij-po-vyruchke-chast-pervaya> – Дата доступа: 20.02.2019.
6. Топ-20 белорусских молочных предприятий по выручке. Часть вторая. – Режим доступа: <http://produkt.by/news/top-20-belorussskih-molochnyh-predpriyatij-po-vyruchke-chast-vtoraya>. – Дата доступа: 20.02.2019.

БРЕНДИНГ КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ МАРКЕТИНГА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. Н. Дубровская

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Научный руководитель О. В. Лапицкая

В мире очень много брендов, и чтобы в этом убедиться, достаточно просто выйти на улицу и посмотреть вокруг. По всему городу развешаны различные листовки и рекламы самых популярных брендов нашей или какой-нибудь другой страны. Сегодня эти рекламы можно увидеть везде, даже по телевидению, радио и в Интернете. В основном рекламируются последние новинки самых крупных предприятий.

Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение понятия брендинга, его происхождения, мы хотим рассмотреть известные белорусские бренды и представить белорусский брендинг как часть мировой экономики.

Бренд – это набор качеств, который отличает одно предприятие от других. Естественно, этот набор качеств исходит из товара, точнее, его качества. Покупатели придумывают ассоциации к товару и предприятию, формируют свое мнение и представление о них [1].

Слово «брендинг» образовано от латинского слова «brand», которое переводится как «клеймо», однако последнее не имеет точного русскоязычного эквивалента. Однако определение этого термина рассматривается по-разному, но имеет схожий смысл.

Маркетологи уверены в том, что брендинг – это основной способ дифференциации и продвижения товаров на рынок. Другие считают, что брендинг – формирование влечения к определенной марке у покупателя. Третьи полагают, что брендинг – обеспечение покупательского предпочтения к марке среди конкурирующих [2].

Мы считаем, что брендинг – это создание устойчивых и привлекательных образов марок товаров или услуг, с помощью которых покупатель сможет отличить товары и услуги одного предприятия от товаров и услуг конкурентов.

Никто не может точно рассказать, откуда к нам пришел брендинг, существует много гипотез. Одна из них говорит, что брендинг возник в США в 1930-е гг. в компаниях Procter & Gamble и General Foods. Теорию разработал профессор Калифорнийского университета Дэвид АAKER. Он опубликовал около восьми монографий и большое число статей по тематике брендинга. Другая гипотеза уверяет в том, что брендинг пришел к нам из Дикого Запада. Во времена Дикого Запада ковбои помечали крупный рогатый скот раскаленными метками для того, чтобы обозначить его принадлежность своим хозяевам [3], [4].

Брендинг является основной составляющей не только маркетинга, но и всей мировой экономики. Цель брендинга – создание высокого спроса на товары, которые предлагают предприятия и донесение этих товаров.

Основные требования к бренду:

- бренд должен обладать своей оригинальностью и не должен напоминать другие уже имевшиеся известные бренды;
- бренд должен соответствовать качеству товара.

Белорусские отрасли нужно продвигать не только на внешних рынках, но и у себя в регионах. Некоторые белорусские и иностранные маркетологи часто стараются удерживать покупателей. Для этого достаточно вспомнить слоган «Купляйце Беларускае!». Белорусский брендинг имеет свои особенности, такие, например, как:

- отсутствие жесткой конкуренции;
- возможность быстрого появления нового товара;
- завоевание товарами известности благодаря удачно проведенной рекламной компании.

Качество, долговечность, надежность и внешняя привлекательность уже не так сильно влияют на выбор покупателя как когда-то. Дело в том, что при настоящих темпах развития производственных мощностей индустрия дает любой объем необходимой продукции высокого качества, который обеспечивает любому клиенту неограниченный выбор товаров и услуг [5].

Развитие брендинга в Республике Беларусь имеет свои плюсы:

- стремительный рост интереса к брендингу отечественных производителей товаров;

- стабильный уровень цен по разработке творческих составляющих бренда;
- повышение уровня требований отечественных рекламодателей к разработке медиастратегии, а также рост профессионализма на брендовом рынке.

Помимо плюсов брендинг в нашей стране имеет также и минусы:

- полное отсутствие новых брендов (выделение средств на рекламный бюджет);
- рост «серого» («черного») рекламного рынка для экономии средств на производство видеороликов и творческих разработок;
- медленное развитие методик продвижения брендов.

В Республике Беларусь очень много знаменитых брендов [6]:

- пищевых: «Санта Бремор», «Коммунарка», «Спартак», «Савушкин продукт», «Бабушкина крынка», «Славянские рецепты», «Волковысский мясокомбинат», «Аліварыя», «Дарида» и многие др.;

- одежды: «Милавица», «Коминтерн», «Світанак», «8 Марта», «Serge», «Mark Formelle», «Элема», «Полесье», «Mariusya», «Витебский меховой комбинат», «Брестский чулочный комбинат», «Conte» и др.;

- обуви и сумок: «Белвест», «Marko», «Батичелли», «ShagoVita», «Mattioli», «Галантэя», «Сaгіа» и другие;

- машиностроения и техники: «БелАз», «МАЗ», «МТЗ», «АТЛАНТ», «Гефест» и др.;
- нефтехимии и металлургии: «БМЗ», «Нафтан», «Беларуськалий», «Белшина»;
- трансфера технологий: «Республиканский центр трансфера технологий» и др.;
- IT-технологий: «ПрогнозБел», «Taucraft», «BelPrime Solutions», «Awem», «Soft-Тесо»;

- банковской сферы: «Белинвестбанк», «БелГазпромБанк», «МТБанк», «БПС-Сбербанк», «Беларусбанк», «БелАгроПромБанк», «Приорбанк» и др.;

- косметики: «Белита-Витекс», «Эксклюзив косметик», «BelorDesign», «Relouis», «Luxvisage», «Markell» и др.;

- мебели: «Гомельдрев», «Пинскдрев», «КМК», «Ружанская мебельная фабрика», «Слониммебель», «Лидская мебельная фабрика» и многие др.

Независимо от нашего желания новая марка, едва появившись на рынке, будет создавать о себе впечатление у потребителей.

Брендинг особенно необходим при создании отечественных товаров. Как и всем мировым брендам, нашим белорусским брендам приходится каждый день конкурировать с иностранными за всеобщую популярность.

Однако, несмотря на быстрое развитие брендинга в Беларуси, существуют и другие известные на весь мир бренды, с которыми гораздо сложнее бороться. К ним можно отнести [6]:

- пищевые: «Nestle» (Швейцария), «Danone» (Франция), «Roshen» (Украина);
- техники: «Nokia» (Финляндия), «Philips» (Нидерланды), «Samsung» (Южная Корея), «Xiaomi» (Китай);
- автомобильные: «Toyota» (Япония), «Volkswagen» (Германия), «Nissan» (Япония), «Skoda» (Чехия);
- одежды: «Dolce & Gabbana» (Италия), «Gucci» (Италия), «Adidas» (Германия);
- IT-технологии: «SEGA» (Япония), «Ubisoft» (Франция), «Microsoft» (США), «Nintendo» (Япония), «NVIDIA» (США), «Hewlett-Packard» (США);
- косметики: «Avon» (Великобритания), «Faberlic» (Россия), «L'Oreal» (Франция), «Oriflame» (Швеция) и многие др.

Большинство белорусских брендов известны в Китае, России, Украине, Иране, Германии и других странах. Покупателей больше всего привлекают отечественные бренды, проверенные временем. Наша страна очень гордится своими брендами. И поэтому крупные предприниматели нашей страны стараются держать высокую планку. В брендинге также самое главное – ассортимент, который нужен для обеспечения большого выбора предложенной продукции. Мы стараемся составлять большую конкуренцию иностранным брендам, а где-то являемся мировыми лидерами, да и внутри страны бренды тоже ведут борьбу «за место под солнцем» [6].

Исходя из всего указанного, становится понятно, что для развития брендинга в нашей стране нужно изготовить такой продукт, который оправдает себя не только на словах, но и на практике. Как известно, Беларусь является одной из самых гостеприимных стран мира. Таким образом, для развития брендинга нашей страны очень важно продвигать белорусскую культуру на международной арене для того, чтобы Республику Беларусь признали как суверенное государство с интересной историей, неизменными традициями и уникальными брендами.

Литература

1. Багиев, Г. Л. Маркетинг : учеб. для вузов / Г. Л. Багиев, В. М. Тарасевич. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 576 с.
2. Краткая история брендинга. – Режим доступа: <https://rusability.ru/internet-marketing/kratkaya-istoriya-breninga>. – Дата доступа: 04.04.2019.
3. Развитие белорусских брендов. – Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/marketing/00456096_0. – Дата доступа: 20.02.2019.
4. Создание брендов на белорусских предприятиях. – Режим доступа: <http://referat911.ru/Biznes-planirovanie/sozdanie-brenda-na-belorusskih-predpriyatij/66726-1558671-place1>. – Дата доступа: 04.04.2019.
5. Брендинг в Республике Беларусь. – Режим доступа: <https://studwood.ru/2028553/marketing/brening>. – Дата доступа: 20.02.2019.
6. Соловьева, Л. Л. Торговые марки и брендинг белорусских производителей потребительских товаров и услуг / Л. Л. Соловьева, О. В. Лапицкая, А. В. Домород. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 239 с.

СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ РЕКЛАМНЫХ ЦЕЛЕЙ

М. В. Смирнова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. К. Ландова

При проведении рекламной компании менеджер должен решить очень важный вопрос: какое средство информации использовать? Выбор средства (или канала свя-

зи с общественностью) зависит от характеристик тех людей, к которым Вы хотите обратиться, уровня их доходов и т. д. В результате анализа вторичной информации были получены следующие результаты.

Первое средство коммуникации – телевидение.

Бесспорные его преимущества – массовая аудитория, экономичность и относительно невысокие затраты на представление продукта в расчете на одного потребителя. Оно также имеет хорошие конструктивные возможности для демонстрации товара, поскольку в полной мере можно использовать движение, цвет и зрительный ряд для более точного выражения идей. Телевидение более комплексно воздействует на органы чувств человека, т. е. на слух и зрение, тогда как газетное объявление – только на зрение.

Однако здесь существует одна проблема, связанная с общими затратами. Поскольку это средство именно массовой информации, то сообщение попадает по большей части к тем, на кого оно не рассчитано. И хотя затраты на удельное представление продукта (т. е. одному потребителю) действительно минимальны, совокупная стоимость достаточно высока, поскольку нельзя настроиться конкретно на потенциального покупателя. Конечно, телевидение также может обеспечить некоторую избирательность в зависимости от времени дня и от программы, но в целом не такую точную, какая требуется. Кроме того, типичное рекламное сообщение имеет продолжительность 30 с, и для закрепления его в сознании надо, чтобы потенциальный клиент смотрел в это время телевизор, а сообщение было повторено. Только тогда он успеет записать номер телефона или другую информацию, которая позволила бы ему купить продукт или узнать о нем побольше.

Другая связанная с телевидением проблема – это переключение зрителями каналов, особенно когда передача прерывается рекламой. Избежать этого невозможно, и телеканалы пытаются передавать рекламные объявления по возможности в одно и то же время. Это означает, что даже переключаясь с одной станции на другую, зритель все равно увидит рекламу.

Следующая проблема – слишком большой поток рекламных сообщений. Им посвящено около 25 % эфирного времени, а иногда даже больше. Если человек подолгу смотрит телевизор, он получает множество таких сообщений и, привыкнув к ним, отвергает их все, как бы отгораживается от них. Поэтому надо разрабатывать такие сообщения, чтобы они привлекали внимание телезрителя и удерживали его, пока сообщается информация.

Еще одна проблема заключается в дороговизне создания некоторых типов рекламных роликов. Если сообщение простое, то больших затрат оно не потребует. Однако в телерекламе, которая привлечет внимание потребителя, можно использовать известного всей стране актера или другую личность национального масштаба для придания большей убедительности, а также профессиональных актеров для исполнения ролей в рекламной репризе. Такие телевизионные рекламные ролики стоят очень дорого, поэтому следует сопоставить затраты и ожидаемую отдачу.

Преимущества радиовещания заключаются в экономичности и эффективности. Состав слушательской аудитории определяется временем вещания и профилем радиостанции. Обычно радиостанции имеют локальную с географической точки зрения аудиторию, следовательно, можно сосредоточить усилия на определенной демографической группе населения на небольшой территории. Более того, при необходимости с радиостанцией можно связаться по телефону и передать нужное для эфира рекламное сообщение. Используя только звук, можно создать эффективный ментальный образ. В некотором роде в этом заключается одно из преимуществ

радиовещания перед телевидением, где движение на экране отвлекает от создания образа в сознании зрителя. Он может обратить внимание на рекламный ролик, увидевший или поразивший его, но вряд ли вспомнит, о каком продукте шла речь.

Другим преимуществом радиовещания является его географическая направленность, но в некотором роде это и недостаток. Трудно по радио рекламировать свой продукт на всю страну, поскольку радиостанция вещает на ограниченную территорию: как правило, на крупные города и их пригороды. Однако номинальная стоимость рекламных объявлений по радио делает его хорошим экспериментальным средством для определения эффективности Вашего рекламирования. Радиовещание располагает только одним средством для достижения всех целей – звуком, поэтому при составлении рекламного объявления требуется значительное мастерство. Кроме того, в распоряжении слушателя имеется большое количество различных станций, что делает его привередливым и непостоянным.

Обычно передачи определенного профиля передают несколько различных станций. Состав слушательской аудитории зависит от специализации радиостанции: передает ли она в основном музыку, новости или какие-то ток-шоу. Наиболее распространенный вариант – современная музыка. В каждой местности найдется несколько радиостанций, передающих современную музыку, которые жестко конкурируют между собой в борьбе за лишние рекламные деньги. Часто весьма затруднительно решить, какой же из них отдать предпочтение. К сожалению, обычные рейтинги радиостанций, отражающие число слушателей, и их основные демографические черты часто являются бесполезными для целей рекламодателя – сбора информации.

Уличная реклама включает использование рекламных щитов, общественного транспорта и других аналогичных средств. Эффективность рекламного щита может быть измерена только количеством людей, проходящих мимо него в дневное время. Любая компания, предлагающая к продаже рекламное пространство на улице, может указать примерное количество транспорта или пешеходов, минующих это место в данный промежуток времени. Часто в зависимости от этого и определяется цена рекламного пространства. Плакаты, помещенные в метрополитене и наземном транспорте, несколько отличаются от рекламы на уличных щитах. Обычно человек, который видит такой плакат, может в течение нескольких минут празднично смотреть на него, поэтому сообщение как бы записывается в его сознании.

Уличная реклама хороша тем, что является массовой, но в то же время не селективной. Она особенно подходит для тех компаний, которые хотят в целом представить свой продукт на рынке. Кроме того, уличная реклама очень географически гибкая. Иными словами, Вы можете выбрать наиболее интересный для Вас географический район.

К недостаткам этого вида рекламы можно отнести ограниченность возможностей передачи сообщения и большое количество тех людей, кто этой рекламой вообще не видит или не хочет замечать. Это связано с неспособностью прохожего сосредоточить свое внимание на Вашей рекламе. Ограниченность средств передачи сообщений, особенно на рекламном щите, требует от составителя большой гибкости и мастерства, чтобы все-таки донести до прохожего основную идею, поскольку в его распоряжении всего несколько секунд (пока автомобиль проносится мимо рекламного щита или прохожий минует его), чтобы привлечь внимание. Некоторым реклама может так примелькаться, что они начинают негативно воспринимать рекламируемый продукт. Это явление называется износ (истощение).

Отметим также, что реклама на улице и в общественном транспорте практически не может быть оценена с точки зрения эффективности. Существует несколько

методик для определения количества «откликов» на нее, но это обычно требует значительных усилий.

Реклама на отдельных предметах включает в себя такие вещи, как ручки, карандаши, календари или какие-либо мелкие сувениры, а иногда одежду, на которых указано название компании (логотип). Трудно, даже практически невозможно определить эффективность такого типа рекламы, поэтому из бюджета компании на нее выделяются минимальные средства.

Имеются еще два дополнительных средства прямого контакта с потребителем – прямые коммуникации: по почте и по телефону. Если Вы сумели определить свою целевую группу рынка и выяснить номера телефонов и (или) адреса входящих в нее людей, Вы можете послать им специальное сообщение.

Прямое почтовое обращение – это процесс составления, изготовления и рассылки рекламного сообщения конкретным лицам, которые, на Ваш взгляд, представляют интерес как потенциальные потребители. Это, как правило, довольно дорогостоящий метод в перерасчете на одно представление продукта. В то же время высокая избирательность обращения вследствие предварительной работы делает его весьма эффективным.

Использование телефона для контактов с потенциальными покупателями для информирования их о продукте при возможности его продажи называется телемаркетингом. Это достаточно дорогостоящее средство, но оно дает возможность сосредоточить внимание только на тех, кому нужно передать рекламное сообщение. У этого средства имеется ряд недостатков. Во-первых, многие люди не желают, чтобы их беспокоили по телефону, и поэтому, обнаружив, что кто-то пытается им что-то продать по телефону, они могут отнестись к этому отрицательно. Во-вторых, телемаркетинг можно проводить только в ограниченные часы, да и состав предлагаемых продуктов также ограничен. В-третьих, здесь в распоряжении имеются только вербальные средства убеждения. Однако, несмотря на недостатки, присущие телемаркетингу и прямым почтовым контактам с потенциальными клиентами, эти виды рекламы являются специализацией множества компаний.

В заключение можно сформулировать следующие выводы. Выбор средств коммуникации определяет дальнейшую судьбу рекламируемого товара или услуги. К этому стоит подходить со всей серьезностью и анализировать каждый из средств коммуникации, взвешивая все преимущества и недостатки.

Л и т е р а т у р а

1. Маркетинг. Принципы и технология маркетинга в свободной рыночной системе : учеб. для вузов / К. Ховард [и др.] ; под ред. Н. Д. Эриашвили. – М. : Банки и биржи. – ЮНИТИ. – 1998. – 255 с.

ПРИОРИТЕТЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Л. В. Бемянская

*Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля,
г. Северодонецк*

Научный руководитель Э. В. Чернодубова

Современный этап развития рыночных отношений характеризуется введением новых организационно-управленческих структур, эффективных форм и методов объединения деятельности предприятий. Крупные предприятия стремятся изыскать

дополнительные источники расширения своей деятельности, среди которых наиболее популярным является объединение. В соответствии с украинским законодательством под объединением предприятий понимают соединение отдельных предприятий в результате присоединения одного предприятия к другому (слияние) или вследствие получения контроля одним предприятием над чистыми активами и деятельностью другого предприятия (приобретение) [1]. Считается, что при принятии решений в сфере объединения необходимо сформулировать проблему, мотивы, набор целей, задач, определить приоритеты и структуру организационных процедур и проверить их с точки зрения целесообразности и эффективности.

Экономическим проблемам объединения предприятий значительное внимание уделяли многие ученые [2]–[5]. Однако в этих разработках вопросы объединения в основном исследованы с точки зрения соблюдения законодательной базы и организационных процедур. Остаются без внимания ряд аспектов, среди которых: выбор приоритетов объединения, методика оценки эффективности объединения предприятий на основе реструктуризации, оценка риска объединения.

Целью исследования являются обоснование приоритетов эффективности объединения предприятий, выявление их характерных преимуществ и недостатков.

Укрупнение предприятий путем естественного роста – это, как правило, длительный процесс. В последние годы с усилением конкуренции и большей доступностью финансовых ресурсов этот процесс становится более сложным и менее эффективным. Укрупнение путем объединений позволяет резко ускорить процесс роста. Рост может быть как внутренним, так и внешним. Внутренний рост присущ молодым предприятиям, когда рынки еще не насытились их продуктами. У таких предприятий – большой внутренний потенциал для роста в инновациях, выхода на новые географические рынки, повышения эффективности. Сейчас многие украинские предприятия развиваются только за счет внутренних ресурсов. Внешний рост свойственен предприятиям, которые в своем развитии достигли возможных высот. Тогда такие предприятия начинают искать внешние пути, а именно – объединяться.

Под «целесообразностью объединения» рассматривается возможность осуществления трансформации при определенных рыночных обстоятельствах и при условии достижения конечной цели – повышения эффективности деятельности и роста стоимости предприятий. К преобразованиям могут побудить разные факторы: снижение производительности, осознание новых возможностей, изменения в законодательстве или освоение новых технологий. Выявление мотивов объединения необходимо, потому что именно они отражают причины, по которым несколько объединившихся предприятий стоят дороже, чем по отдельности.

Так, основная цель объединения предприятий на основе реструктуризации – это стремление получить и усилить синергический эффект, поскольку совокупный результат действия активов нескольких предприятий намного превышает сумму результатов отдельных предприятий, что позволяет сделать предприятие финансово устойчивым и увеличить его инвестиционную привлекательность.

По определению В. Карлоффа, синергия означает «наличие стратегических преимуществ, которые возникают при объединении двух или более предприятий, при этом повышается эффективность, что выявляется в росте продуктивности и снижении расходов производства» [4]. Таким образом, получение синергического эффекта – первый приоритет, определяющий целесообразность объединения предприятий.

М. Деркач более подробно рассматривает составляющие этого приоритета, в частности: взаимодополнение ресурсов; действие эффекта масштаба в управлении,

производстве или распространении продукции; приобретение больших контрактов; преимущества на рынке капитала; монополии; доступ к информации; нейтральность к движению ресурсов и т. д. [5]. Действие эффекта масштаба – наиболее распространенная составляющая синергического мотива объединения предприятий, так как увеличение масштаба деятельности позволяет сделать предприятие более финансово устойчивым, увеличить его инвестиционную привлекательность и упростить ему доступ к капиталу. В жесткой конкурентной среде укрупнение за счет объединения обеспечивает предприятию лучшую защиту от недружественных поглощений.

Вторым приоритетом является диверсификация бизнеса. Этого можно достичь благодаря выпуску новых продуктов и выходу на новые рынки сбыта. К примеру, транснациональные компании, расширяя географию, тем самым снижают свою подверженность локальным политическим и экономическим рискам. Также существует стратегия, при которой мощные корпорации покупают предприятия с технологиями или продуктами из смежных отраслей, чтобы дать импульс неразвитому, но перспективному рынку.

Третий приоритет – налоговый. Налоговое законодательство может стимулировать объединения, результатами которых является снижение налогов или получение налоговых льгот.

Четвертый приоритет – выход на новый уровень эффективности. В результате объединения двух предприятий часто появляется возможность повысить эффективность деятельности.

Пятый приоритет – доступ к информации, который оценивается как ресурс и может играть большую роль в деятельности предприятия. Приобретая предприятие вместе с видимыми активами, предприятие получает в свое распоряжение дополнительные знания про продукты и рынок и, как правило, новое предприятие приносит с собой наработанную сеть клиентов.

Шестой – личные мотивы руководства предприятия (менеджеров). Решение относительно объединения предприятий основывается на экономической целесообразности, однако подобные решения могут базироваться на личных мотивах руководителей предприятия. Этот мотив является примером неизменно присутствующего человеческого фактора, который нельзя недооценивать при объединении предприятий. В некоторых случаях объединение является следствием конфликта интересов руководства и акционеров. Тогда объединение выступает как один из путей смены руководства и последующего изменения финансовой политики.

В качестве отдельного приоритета следует назвать необходимость объединения предприятий как один из способов противостояния экспансии на отечественный рынок более мощных западных конкурентов.

Иногда встречается при объединении предприятий и спекулятивный мотив, особенно в период биржевых бумов. Тогда инвесторы рассматривают приобретение акций предприятий, которые объединяются как способ получения прибыли от продолжительного увеличения их цен. Это обуславливается тем, что в результате объединения в отрасли конкуренция может быть ослаблена, прибыль увеличится и возрастет доход инвесторов.

Перечень приоритетов может быть продолжен: увеличение рыночной доли, покупка недооцененных активов, стратегическая перегруппировка под воздействием изменений в технологиях и законодательстве и т. д.

Перечисленные приоритеты позволяют сделать вывод, что интеграция предприятий является перспективным направлением реструктуризации. Следует отме-

тить, что процессы концентрации производственного и финансового капитала происходят во всем мире. Особенно активно этот процесс протекал на протяжении последних двух десятилетий прошлого столетия и продолжается в начале нынешнего, будучи одним из проявлений глобализации мирового хозяйства.

Процесс объединения отечественных предприятий, его темпы и качество на сегодняшний день оставляют желать лучшего. Украинский рынок объединений менее развит, чем в Западной Европе, Америке и Японии, что связано как с относительной молодостью рыночной экономики Украины, так и обусловлено рядом причин, наиболее важными из которых являются:

- нестабильность правового поля, что не позволяет выработать долгосрочную стратегию;
- ограничение доступных источников финансирования;
- кризис платежей, который привел к хронической нехватке оборотных средств;
- психологическая неготовность руководителей предприятий к коренным преобразованиям;
- сложность интеграции предприятий;
- вероятность возникновения проблем с персоналом объединенных предприятий или потеря ключевых сотрудников;
- отсутствие наработанных методических подходов и недостаточный опыт.

При изучении проблем, связанных с реструктуризацией предприятий на основе объединения, необходимо сформулировать важнейшую для предприятия проблему-цель: сохранение позиций на потребительском рынке Украины и расширение экспортных возможностей. Для решения этой проблемы необходимо максимально использовать возможности предприятия: совершенствовать систему управления; четко формулировать цели, задачи и разрабатывать стратегию развития предприятия; совершенствовать производственные системы и системы мониторинга внешней среды. Цель реструктуризации предприятий на основе объединения будет считаться достигнутой, если финансовая структура объединенных предприятий приобретет большую устойчивость и более высокий потенциал развития финансовой деятельности.

Рассмотренные приоритеты объединения предприятий дают возможность обосновать причины объединения предприятий на основе реструктуризации. Дальнейший этап исследования предполагает разработку индикаторов и методов оценки перспективной эффективности объединения предприятий.

Литература

1. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 19 «Об'єднання підприємств»: наказ Міністерства фінансів України від 07.07.1999 р. № 163.
2. Баркалов, С. А. Модели анализа деятельности производственных объединений на базе функций Кобба–Дугласа / С. А. Баркалов, К. С. Демченко, И. Б. Руссман. – М. : ИПУ РАН, 2012. – 79 с.
3. Петрина, В. Н. Господарські об'єднання: правові проблеми управління / В. Н. Петрина // Часопис Київського університету права. – 2014. – № 2. – С. 191–195.
4. Карлофф, Б. Деловая стратегия / Б. Карлофф. – М. : Экономика, 1991. – 154 с.
5. Деркач, М. І. Об'єднання підприємств як інструмент підвищення конкурентоспроможності / М. І. Деркач // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 10 (40). – С. 89–101.

ПЛАНИРОВАНИЕ В МАРКЕТИНГЕ

Б. Сарсенбай

*Каспийский государственный университет технологий
и инжиниринга им. Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан*

Научный руководитель К. Р. Аманчаева

Управлением маркетингом в организации занимается специально организованная служба маркетинга, которая выполняет объективный анализ маркетинговой деятельности организации и деятельности организации в целом. При анализе учитываются реальные показатели производства, сбыт произведенной продукции. По результатам анализа служба маркетинга вносит предложения по корректировке долгосрочных целей и дальнейшему перспективному развитию организации посредством разработки маркетинговых планов.

Функции плана маркетинга состоят в следующем:

- предоставление алгоритмов реализации стратегии развития и достижения цели организации;
- обеспечение возможности контроля и мониторинга процесса реализации целей организации;
- организация рационального распределения ресурсов организации.

Маркетинговый план является основой для долгосрочной и устойчивой работы компании на рынке. Разработка маркетингового плана предполагает анализ состояния компании, а именно: определение макро- и микрофакторов, основных целей и задач развития с учетом потенциала предприятия, рентабельности инвестиций, выбора стратегии и тактики мобилизации ресурсов для достижения поставленных целей.

Планы играют немаловажную роль в процессе согласования деятельности и ее результатов на различных уровнях управления предприятием, а также в различных подразделениях компании.

Однако даже у этих предприятий отсутствует квалифицированный персонал и рыночная информация. Одним из важнейших последствий этой ситуации является отсутствие стратегического маркетингового планирования у большинства компаний.

Рассмотрим систему маркетингового планирования в организации. На предприятиях одним из наиболее эффективных условий реализации программы стратегического маркетингового планирования является ситуация, когда компания может производить больше, чем может продать, или продавать дороже, чем продает.

По мнению И. П. Зиминной, «особым случаем является ситуация, когда предприятие осуществляет реконструкцию производства. В таких случаях невозможно точно сказать, сможет ли она продать увеличенный объем продукции. Именно поэтому абсолютно необходимо готовиться к запуску новых мощностей в маркетинговом плане» [2].

Маркетинговый план утвержден на более высоком уровне управления, чем его разработка. В большинстве случаев маркетинговый план утверждается либо президентом, либо председателем правления, либо главным исполнительным директором компании, т. е. руководителями, непосредственно ответственными за его успех.

Разработка маркетингового плана встраивается в общий процесс планирования в компании. Руководитель, принимая активное участие в утверждении маркетингового плана, также должен учитывать общие проблемы организации планирования.

Е. Н. Александрова отмечает, что руководители должны иметь четкое представление о следующем:

- целях и методах планирования;
- распределении обязанностей в области планирования деятельности предприятия;
- структуре и персонале отдела планирования;
- требованиях к персоналу отдела планирования [1].

Также Е. Н. Александрова говорит о том, что руководитель компании должен уметь:

- определить общую структуру организации;
- обеспечить учет всех критических факторов при стратегическом планировании;
- поддерживать баланс между краткосрочными и долгосрочными результатами.

Маркетинговые планы обычно разрабатываются в отдельных подразделениях компании, руководители которых должны отвечать за реализацию своих разделов планов. Сотрудники отделов маркетингового планирования также выполняют консультационные и координационные функции, помогая линейным менеджерам разрабатывать индивидуальные позиции маркетингового плана и контролировать его реализацию в целом.

Генеральный отдел маркетинга компании также влияет на процесс планирования маркетинга, но стратегическим образом.

Так, Ф. Котлер отмечает, что сотрудники данного отдела обязаны:

- разработать систему планирования;
- спланировать работу по новым задачам планирования после получения соответствующих предложений от оперативных подразделений;
- обеспечить взаимодействие таких звеньев планирования в организации, как продукция и маркетинг;
- контролировать выполнение утвержденных маркетинговых планов [3].

Каждая компания, присутствующая на рынке, по-своему уникальна. И вопрос выбора метода его планирования очень актуален. Но все же можно определить общий, лучший терминал, который разделяют все лидеры. Существуют различные методы маркетингового планирования.

Этапы и соответствующие методы планирования в маркетинге:

1. Разработка системы целей и задач предприятия.

Опыт показывает, что этап установления целевых показателей является почти самым сложным и требует особого внимания как со стороны предприятия, так и со стороны консультантов для того, чтобы правильно задать цель, которая будет отражать все цели предприятия в данной конкретной ситуации и на данном этапе его развития. Необходима значительная работа для осуществления поставленных целей и получения высоких результатов от реализации маркетингового планирования в целом [4].

2. SPU и PLS-анализ: выбор маркетинговой стратегии.

Основой стратегического маркетингового планирования является определение фактической маркетинговой стратегии применительно к конкретным товарам, товарным группам или целым направлениям бизнеса (предприятиям). Существует огромное множество маркетинговых стратегий, но не все они могут подойти конкретному предприятию. Ситуация здесь не в том, чтобы «изобрести» новую стратегию, а корректно подобрать одну из уже существующих стратегий, подходящую именно для данного предприятия и ситуации на рынке. Для этого используют различные виды ситуационного анализа, а именно – анализ относительной привлекательности различных продуктов компании (СПУ) и анализ жизненного цикла продукции (ПЛС).

3. Планирование тактических действий.

После того как выбрана маркетинговая стратегия, тактические маркетинговые решения приходят как бы сами собой: необходимо изменить качество и цену, обеспечить создание определенного образа и представить продукт в точках розничной сети.

4. Прогноз реализации плана.

Прогноз реализации плана основан на оценках емкости рынка и вероятности развития объективно достижимой доли этого рынка. Последнее напрямую зависит от конкурентоспособности товара конкретного производителя. В результате становится возможным оценить маркетинговый план с экономической точки зрения прибыли и убытков: известен объем выручки и затрат на реализацию плана маркетинга.

5. Механизм контроля.

Маркетинговый план является инструментом управления. Для того чтобы быть таким, он сам должен, прежде всего, быть под контролем. Исходя из этого, для его успешной реализации каждое действие маркетингового плана должно подкрепляться расчетами и иметь определенные ориентиры. Учитывая этот план, можно легко отследить отклонения от намеренных целей.

Ф. Котлер выделяет следующие этапы разработки маркетингового плана:

1. Определение спроса на товары или услуги, предлагаемые к продаже на рынке.

2. Вопрос продажи товаров и услуг в конкурентной среде очень важен для эффективной коммерческой деятельности. Необходимо изучить степень его развития, какой из функционирующих субъектов рынка может составить реальную конкуренцию.

3. В маркетинговом плане обязательно отразить стратегию социальной направленности маркетинговой деятельности.

4. В планируемой работе хозяйствующих субъектов необходимо определить, каким образом новые продукты труда будут доводиться до потребителей.

5. Еще один подраздел плана маркетинга – это информация о цене планируемых новых продуктов. Этот уровень значим как для предприятия, так и для потенциального покупателя.

6. Маркетинговый план должен содержать информацию о рекламе, связях с общественностью и средствах обеспечения продвижения товаров.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод, что методы планирования в маркетинге соответствуют этапам составления стратегического плана маркетинга организации. На каждом этапе реализуются определенные цели и задачи соответствующими методами планирования.

Внедрение задач рыночной экспансии во многом обусловлено реформами структуры рынка товаров и услуг, которые уже развивались на протяжении многих лет, и желанием изменить его с целью получения дополнительного дохода и прибыли. Данный факт значительно влияет на требования к качеству поставленных задач стратегического планирования деятельности организации, подталкивая тем самым разрабатывать все новые подходы к их реализации.

Л и т е р а т у р а

1. Александрова, Е. Н. Теоретические аспекты стратегического планирования маркетинга в современных компаниях / Е. Н. Александрова, А. А. Ташу // Экономика: теория и практика. – 2014. – № 1. – С. 56.
2. Зими́на, И. П. Роль маркетинга в управлении современным бизнесом / И. П. Зими́на // Управлен. науки. – 2014. – № 1. – С. 49.
3. Котлер, Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер, А. Гарию. – М. : Вильямс, 2016. – 113 с.
4. Ноздрева, Р. Б. Маркетинг / Р. Б. Ноздрева. – М. : Аспект Пресс, 2016. – 446 с.

СЕКЦИЯ VIII ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ И ВЕДЕНИЯ СКЛАДСКОГО УЧЕТА КАФЕ

А. Н. Анелькин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Ф. Велесницкий

Общественное питание занимает важное место в жизни современного общества. Это достигается за счет усовершенствования технологий переработки продуктов питания, развития коммуникаций, средств доставки продукции и сырья, интенсификация многих производственных процессов. Большой популярностью пользуются такие заведения, как кафе, рестораны, бары. В связи с этим автоматизация деятельности мест общественного питания является весьма актуальным вопросом.

Использование современных информационных технологий может значительно облегчить работу мест общественного питания. Особенно, если это будет специализированное программное обеспечение для конкретных типов заведений. Чаще всего, в их роли выступают веб-сайты для заказов блюд, бронирования или просто сайты-визитки. Часто это приложения для какого-то конкретного заведения. Реже встречаются приложения сразу для нескольких подобных заведений. Далеко не у всех таких приложений есть удобный интерфейс.

На основе всего вышеперечисленного было разработано программное обеспечение, которое охватывает широкую область деятельности работы кафе – от обслуживания клиентов до учета формирования отчетности заведения. Приложение не ограничивается функционалом одного заведения, а рассчитано на работу с множеством подобных заведений. На рис. 1 приведен интерфейс этого приложения.

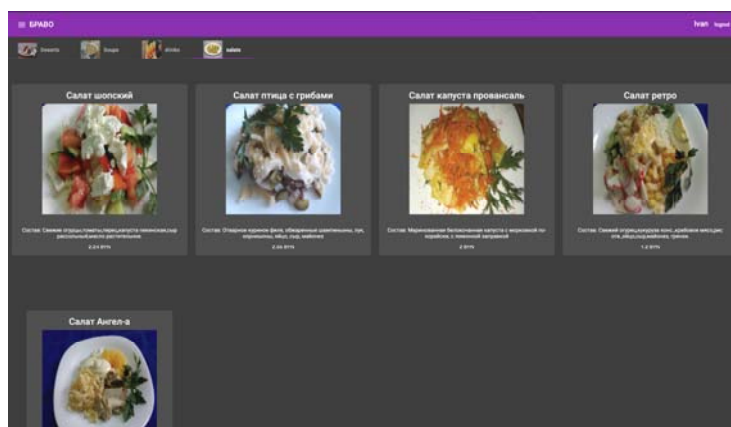


Рис. 1. Интерфейс приложения

В дополнение к уже перечисленным опциям приложения был предусмотрен функционал для автоматизации работы персонала.

Для официанта программа предоставляет опцию по регистрации заказа, его обработке и редактированию с учетом пожеланий клиента. Также присутствует визуализация примерного интерьера кафе.

Для повара сделана онлайн-доска для отслеживания заказов (приходящих от официанта), изменения их статуса, а также возможность по контролю доступных ингредиентов (для своевременного пополнения запасов).

Товароведу предоставлен функционал для управления поставками, учета содержимого складов и составления отчетной информации. Есть возможность управлять заказами, отслеживать количество ингредиентов, а также формировать отчетность по работе заведения.

Руководитель имеет возможность отслеживать работу персонала и статистику продаж. Например, можно просмотреть количество обслуженных клиентов конкретным сотрудником, рентабельность для заведения отдельных блюд.

На рис. 2 представлена общая схема приложения.

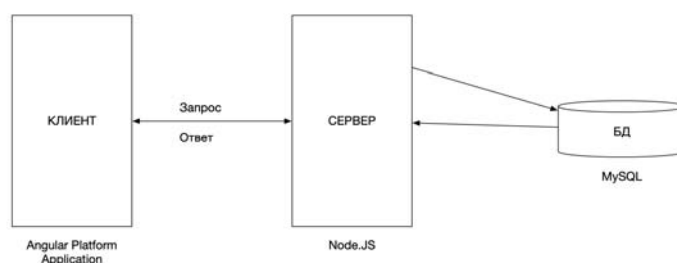


Рис. 2. Общая схема приложения

Чтобы реализовать данную задачу, были выбраны следующие технологии разработки:

- Angular Platform Application – для реализации клиентской части;
- Node.JS – для реализации серверной части;
- СУБД MySQL – для работы с данными.

Изначально программа предназначалась для внедрения в учреждения питания города Гомеля, но сейчас из архитектуры нашего приложения убрано это ограничение. Его может использовать организация общественного питания из любого географического места с учетом доступа в интернет. На данном этапе программа проходит последние этапы тестирования разработчиков, а также выбирается кафе для апробации программного продукта.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ РАЙОННОЙ БОЛЬНИЦЫ

Ю. В. Белявский, Е. В. Белявский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. И. Токочаков

Постоянный рост уровня потребления электрической и тепловой энергии безусловно оказывает значительное влияние на окружающую среду. Классические способы получения электрической и тепловой энергии (ГЭС, АЭС, ТЭС и др.) приводят к истощению неисчерпаемых ресурсов и проявлению глобальных экологических

проблем. В связи с этим научное сообщество все более активно пытается найти альтернативные способы получения различных видов энергии или усовершенствовать, оптимизировать уже имеющиеся технологии.

Раздельное производство электрической и тепловой энергии является наиболее распространенным способом выработки энергетических ресурсов и при относительно низкой продолжительности потребления тепла и стоимости топлива может оставаться экономичным. Однако потери при передаче энергии от источника к потребителю значительно снижают эффективность такого подхода.

Альтернативным вариантом является комбинированное использование энергии (когенерация), которое позволяет преобразовать 75–80 % источника топлива в полезную энергию, а также сократить потери в сети из-за близкого расположения с конечным пользователем [1].

Когенерационные установки имеют значительный потенциал применения в сфере ЖКХ и энергоснабжения социально-значимых объектов (больниц, школ и т. д). Создание математической модели работы когенерационной установки позволит подобрать оптимальный режим энергообеспечения выбранного объекта и снизить расходы на электроэнергию, используя выходные данные для выбора нужной установки.

Входными данными для моделирования являются:

- мощность на валу первичного двигателя;
- средний расход топлива;
- теплопроводная способность топлива;
- электрическая мощность нагрузки;
- тепловая мощность нагрузки;
- график потребления электрической и тепловой энергии для заданного объекта;
- тарифы на топливо, электроэнергию и тепловую энергию, стоимость когенерационной установки затраты на обслуживание.

Исходные данные о потреблении энергии могут быть использованы для автоматизированного подбора оптимальных режимов работы установки. На рис. 1 представлены графики потребления электрической и тепловой энергии, основанные на показателях конкретного здания.

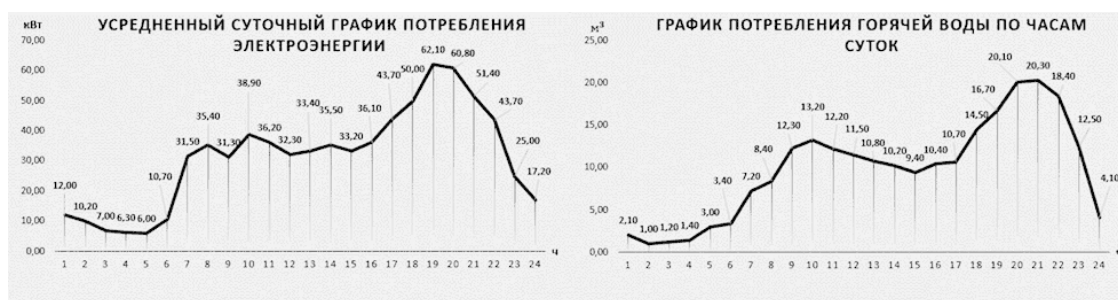


Рис. 1. Представление входных данных о суточном потреблении

Расчет электрической эффективности базируется на эффективности работы первичного двигателя установки, которая вычисляется по формуле (1):

$$\eta_m = \frac{W_s}{H_f}, \quad (1)$$

где W_s – мощность на валу первичного двигателя; H_f – мощность топлива, потребляемого системой.

Тепловая эффективность когенерационной установки вычисляется по формуле (2):

$$\eta_{th} = \frac{Q}{H_f}, \quad (2)$$

где Q – полезная тепловая мощность когенерационной системы.

Коэффициент экономии энергии топлива, который указывает на целесообразность использования когенерационной установки, приведен в формуле (3):

$$FEST = 1 - \frac{PHR + 1}{\eta \left(\frac{PHR}{\eta_w} + \frac{1}{\eta_Q} \right)}, \quad (3)$$

где η_w и η_Q – электрическая и тепловая эффективность установки; η – общая эффективность системы; PHR – коэффициент эффективности работы установки.

Коэффициент эффективности рассчитывается по формуле (4):

$$PHR = \frac{W_e}{Q}, \quad (4)$$

где W_e – электрическая выходная мощность когенерационной системы [2].

Выходными данными будут следующие показатели:

- коэффициент экономии энергии топлива;
- экономическая выгода от использования установки;
- режим когенерации в зависимости от уровня потребления.

Для решения задачи моделирования работы когенерационной установки предлагается модель функционирования автоматизированной системы, представленная на рис. 2.

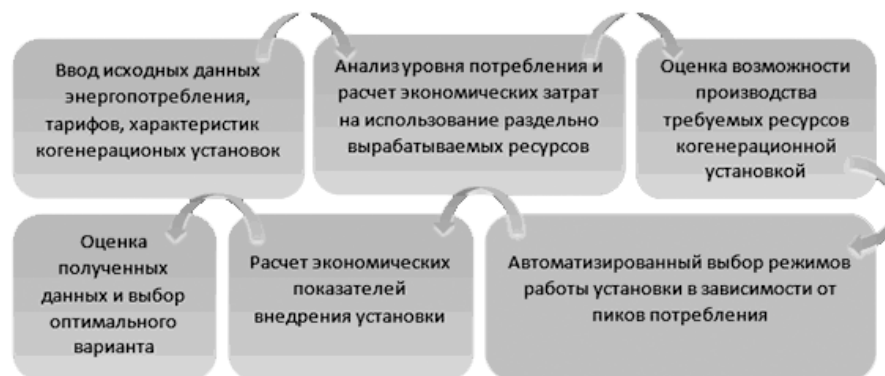


Рис. 2. Модель функционирования системы

Моделирование работы когенерационной установки является актуальным ввиду наличия экономической выгоды (дешевизна производимой энергии, отсутствие потерь электроэнергии в линиях электропередач) и возможности снижения уровня негативного воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Combined Heat and Power – Evaluating the benefits of greater global investment // IEA. – Париж, 2008. – Режим доступа: www.iea.org/publications/freepublications/publication/chp_report.pdf. – Дата доступа: 10.03.2019.
2. The European Educational Tool on Cogeneration: второе издание // EDUCOGEN. – 2001. – Режим доступа: nacchp.gr/wp-content/uploads/2017/03/EDUCOGEN_Tool.pdf. – Дата доступа: 14.03.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ

Д. О. Бойко, А. А. Буров

*Учреждение образования «Брестский государственный
технический университет», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шуть

Введение. На сегодняшний день в эру развития технологий и инновационных идей все стремительно растет и развивается, однако с ростом и развитием научное общество все чаще сталкивается с различными проблемами. Коснулось это и области транспорта. Сегодня мы наблюдаем, как велики темпы появления все больших объемов транспорта на наших дорогах, однако присутствует и рост численности пассажиров, с которым не справляется весь этот транспорт. Также стоит отметить рост количества ДТП, которое с каждым годом только увеличивается в связи с человеческим фактором.

Цель нашей работы заключается в исследовании и доработке нового и принципиально отличного от старого принципа перевозки пассажиров: принципа «конвейерно-кассетной» перевозки. Если говорить об объекте исследования, то им является «Инфобус».

«Инфобус» – роботизированное, автономное транспортное средство объемом V -пассажиров. Если говорить о «конвейерно-кассетной» перевозке, то это группа разработок, направленных на лучшее покрытие пассажиропотока, способствующая увеличению пропускной способности дорог и магистралей и удовлетворяющая следующим семи критериям, установленным The Advanced Transit Association (ATRA):

1. Полностью автоматические транспортные средства (без водителей).
2. Транспортные средства находятся только на специальных путях (guideway), которые предназначены исключительно для использования такими транспортными средствами.
3. Небольшие транспортные средства доступны исключительно для использования одним пассажиром или маленькой группой, где все вместе едут по отпереленному маршруту, без случайных попутчиков. Транспортные услуги доступны 24 ч в сутки.
4. Небольшие специальные пути могут быть надземными, на уровне земли или подземными.
5. Транспортные средства могут использовать все специальные пути и станции. Электрокары ездят по специально предназначенным путям, не пересекающимся с наземным транспортом
6. Прямое сообщение из пункта отправления в пункт назначения, без необходимости в пересадке или остановке на промежуточных станциях.
7. Транспортные услуги доступны по требованию, а не по твердому графику.

Описание функционирования системы. Таким образом, данная система перевозки включает в себя [1]–[8]:

- выделенный узкий участок УДС, примыкающий к тротуару и отгороженный с обеих сторон, как от проезжей, так и пешеходной части;
- остановочные пункты посадки и высадки пассажиров, снабженные турникетами;
- парк беспилотных транспортных средств (инфобус), фиксированных, небольшой емкости (до 30 пассажиров), связанных с координирующим сервером, команды которого обрабатываются транспортным средством.

Функционирование системы осуществляется следующим образом:

- клиент (пассажир) на остановочном пункте во время оплаты через турникет указывает также и остановку, до которой этот пассажир желает ехать;
- информация с терминалов поступает на координирующий сервер, который формирует матрицу корреспонденций M_z , $Z = 1, 2, \dots$, в которой фиксируется каждый прибывающий на остановку пассажир;
- по прошествии некоторого времени и накопления определенного числа пассажиров в матрице корреспонденций M_z , $Z = 1, 2, \dots$ по ней формируется план развозок, согласно которому отправляются инфобусы для развозки пассажиров по станциям назначения;
- интервалы времени движения между остановками и время стоянки на остановках для данной системы известны.

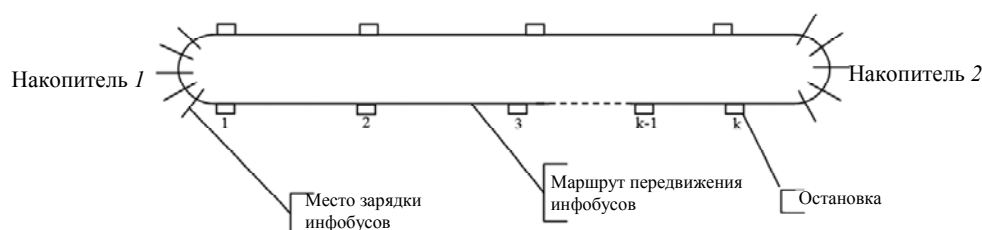


Рис. 1. Схема конвейерного движения инфобусов

Под планом перевозок (развозок) понимается процедура последовательного вывода инфобусов из Накопителя 1 (рис. 1) на маршрутную линию с указанием конечной станции назначения, а также нескольких возможных промежуточных остановок для каждого нумерованного инфобуса индивидуально.

Перед приездом инфобуса на остановочный пункт на информационном дисплее остановки высвечиваются адреса остановок, на которых будет в дальнейшем останавливаться подошедший инфобус. Пассажиры, конечный пункт следования которых совпадает с предложенным набором остановок, занимают места в данном инфобусе. Остальные ждут своего инфобуса.

Таким образом, каждый инфобус, выходя из накопителя на маршрут, имеет индивидуальный порядковый номер и список станций, на которых ему необходимо сделать остановку для выгрузки и загрузки пассажиров. Основой разработки плана является текущая матрица корреспонденций M_z , $Z = 1, 2, \dots$. На основе ее решается оптимизационная задача развозки и выдается план развозки.

В матрице корреспонденций M_z , $Z = 1, 2, \dots$ каждый элемент m_{ij} определяет число пассажиров, следующих с остановки i на остановку j , $i, j = 1, \dots, k$, где k — число остановок одного направления маршрута (рис. 1). Очевидно, что элементы матрицы M_z на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю, так как предполагается, что пассажир не может выйти на остановке, на которой сел, и не может ехать назад [7]–[12]:

$$M_Z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{i+1} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}.$$

Заключение. Таким образом, мы имеем достаточно инновационную систему развозки пассажиров, при которой возможно увеличить пассажиропоток в разы, увеличить безопасность проезда транспорта, обеспечить минимум «человеческого фактора», а также снизить экономические расходы и предоставить беспрепятственное прохождение данного вида транспорта даже при высоком дорожном трафике. Если говорить о новизне наших исследований, то в данной работе мы предлагаем новые идеи по улучшению алгоритма перевозки, при котором провозная способность также увеличится. Мы считаем, что это перспективная модель развозки пассажиров и в практическом применении она необходима и будет реализована в будущем.

Литература

1. Касьяник, В. В. Мобильный помощник водителя в выборе стратегии вождения / В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Искусствен. интеллект. – 2012. – № 3. – С. 253–259.
2. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12, №. 4. – P. 52–60.
3. Пролиско, Е. Е. Математическая модель работы «ИНФОБУСОВ» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Електроніка та інформаційні технології (ЕІТ-2015) : матеріали VII-ої Українсько-польської науково-практичної конференції, 27–30 серпня 2015 р., Львів–Чинадієво, 2015 г. – С. 59–62.
4. Шуть, В. Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2 (72). – С. 170–175.
5. Пролиско, Е. Е. Новый тип высокопроизводительного общественного городского транспорта / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Перспективы развития транспортного комплекса : материалы II Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 4–6 окт. 2016 г. – С. 11–14.
6. Пролиско, Е. Е. Возможности и перспективы беспилотного городского общественного транспорта / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. междунар. науч. конф. – СПб. : Политехн. ун-т. – 2018. – Т. 9. – С. 16–23.
7. Инфобус – новый тип интеллектуального транспорта для внутригородских пассажирских перевозок. / Т. А. Глушенко [и др.] // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Физика, математика, информатика. – 2016. – № 5 (101). – С. 67–69.
8. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный транспорт городской перевозки пассажиров на базе мобильных роботов / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Електроніка та інформаційні технології. – 2017. – Випуск 7. – С. 105–116.
9. Шуть, В. Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2 (72). – С. 170–175.
10. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сб. науч. тр. по мат. междунар. заоч. науч.-практ. конф., Воронеж, 2016 г. / ВГЛУ. – Воронеж, 2016, – Т. 4, № 5, ч. 3. – С. 336–341.
11. Пролиско, Е. Е. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы : материалы науч.-техн. конф., Брест, 25–28 мая 2016 г. / БрГТУ. – Брест, 2016. – С. 49–54.
12. Шуть, В. Н. Высокопроизводительная система городской транспортировки пассажиров / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Електроніка та інформаційні технології : матеріали VIII укр.-пол. науч.-практ. конф., Львов, 27–30 авг. 2016 г. – С. 62–64.

САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. В. Вережкин, А. О. Володченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. Ф. Торба

Неблагоприятная экологическая и экономическая обстановка, нерациональная организация питания, учебы, отдыха, наличие вредных привычек (курение, употребление алкоголя и наркотиков), ограниченные возможности для занятий физической культурой и спортом, низкая двигательная активность – все это приводит к ухудшению состояния здоровья учащихся и студентов в республике. С каждым годом растет число обучающихся, отнесенных по состоянию здоровья к подготовительной и специальной медицинской группе.

Психоэмоциональное состояние играет очень важную роль в жизни человека, оказывая влияние на все сферы деятельности, а если речь идет о студенте, то эти показатели считаются основными для полноценного интеллектуального и физического развития. Вот почему так важно вовремя диагностировать и устранить в случае необходимости любые нарушения, связанные с областью эмоций и чувств [1], [2], [4], [5].

К основным видам диагностики относят врачебный контроль, педагогический контроль и самоконтроль.

Самоконтроль – это регулярные самостоятельные наблюдения занимающихся за состоянием своего здоровья, физического развития, за влиянием на организм занятий физическими упражнениями и спортом. Самоконтроль существенно дополняет сведения, полученные при врачебном обследовании и педагогическом контроле. Он имеет не только воспитательное значение, но и приучает более сознательно относиться к занятиям, соблюдать правила личной и общественной гигиены, режима учебы, труда, быта и отдыха. Это связано с тем, что, во-первых, регулярные врачебные осмотры проводятся один раз в год и в период между ними сведения о состоянии здоровья студентов отсутствуют. Во-вторых, постоянное фиксирование субъективных и объективных показателей самоконтроля способствуют оценке физического состояния занимающихся. Кроме того, они помогают преподавателю, самим занимающимся контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий, планировать величину и интенсивность физической нагрузки и отдыха в отдельном занятии [1]–[3],[5].

Цель работы – с помощью программирования сформировать электронный ресурс для студентов и преподавателей специального учебного отделения (СУО), позволяющий хранить и контролировать показатели функционального состояния и физического развития организма студентов.

В процессе работы с помощью VisualStudio была создана программа, позволяющая скомпилировать и представить в браузере сформированную html-страницу, отображающую данные о студентах, их показателях и нормативах на протяжении всего обучения в группе СМГ. Все сведения хранятся в базе данных, созданной при помощи MicrosoftSQLServerManagementStudio.

В результате исследования была определена лучшая платформа для лаконичного отображения информации и удобства манипулирования данными. Ею оказалась ASP.NET (Active Server Pages для .NET) – платформа разработки веб-приложений, в состав которой входят веб-сервисы, программная инфраструктура, модель про-

граммирования, от компании Майкрософт. ASP.NET входит в состав платформы .NET Framework и является развитием более старой технологии Microsoft ASP.

Степень внедрения – технология может быть освоена и применена для более продуктивной работы всеми университетами в специальных медицинских группах (СМГ).

Разработанный продукт позволит сократить время, затрачиваемое на запись и подсчет различных показателей, являющихся важными в работе со специальной медицинской группой. Приложение дает возможность проводить статистику по студентам, группам и даже факультетам нажатием нескольких клавиш, на что раньше требовалось большое количество времени, чтобы изучить все письменные записи студентов и подвести итоги.

Предварительные исследования показывают, что использование многообразных средств физического воспитания в режиме дня студентов (организованные занятия, выполнение заданий для самостоятельной подготовки) способствует не только повышению уровня физической подготовленности и функционального состояния, но и улучшает здоровье занимающихся. Однако следует помнить, что любая самая совершенная методика проведения занятий по физическому воспитанию может дать положительный результат только при строгом контроле за воздействием физических нагрузок на организм занимающихся. Наряду с правильной достаточной по интенсивности и объему двигательной нагрузкой должен параллельно идти систематический комплексный контроль за физическим развитием, функциональной и физической подготовленностью, состоянием здоровья. Это задача не только врачей и преподавателей, но и самих занимающихся.

Наиболее удобная форма самоконтроля – это ведение специального дневника. Заполнение дневника требует от занимающихся минимальных затраты времени – не более 5–10 мин ежедневно, при этом дает ценные сведения. Форма дневника может быть произвольной. Но, учитывая реалии сегодняшнего дня, следует отметить, что в работу кафедры «Физическое воспитание и спорт» нашего университета внедрен электронный дневник самоконтроля (SelfControlDiary). Авторская разработка обладает актуальностью, представляет практический интерес. Веб-приложение SelfControlDiary написано на языке C# (технология asp.net core). В качестве СУБД была использована Microsoft SQL Server. Для верстки и дизайна веб-представлений использовались HTML5, CSS3 (технология Bootstrap 4), JavaScript, JQuery.

Взаимодействие между пользователем и дневником самоконтроля осуществляется через веб-приложение. Веб-приложение представляет собой набор связанных между собой страниц и разделяется на роли: роль пользователя и роль администратора.

Для роли пользователя доступны функции, позволяющие просматривать, добавлять, изменять и удалять замеры показателей и нормативы, сравнивать замеры показателей, изменить пароль.

Результатом внедрения является:

- эффективный мониторинг учебного процесса в специальном учебном отделении;
- возможность коррекции физической нагрузки, учитывая физическое состояние занимающихся;
- долгосрочность и информативность получаемых данных;
- повышение мотивационно-ценностной сферы студентов к занятиям физической культуры.

Сравнение результаты в начале и в конце учебного года, а также проанализировав с другими показателями самоконтроля, можно сделать оценку состояния занимающегося более точной. Это позволяет направленно проводить учебный процесс

с целью повышения уровня физического здоровья, улучшения физической подготовленности, работы функций систем организма и укрепления здоровья в целом.

Как показало наше исследование, ведение электронного дневника самоконтроля помогает студентам лучше познать самих себя, приучает их следить за собственным здоровьем, позволяет своевременно заметить степень усталости, состояние переутомления и заболевания, определить, сколько времени требуется для отдыха и восстановления умственных и физических сил, какими средствами и методами при восстановлении достигается наибольшая эффективность. Благодаря систематическим занятиям и результатам самоконтроля, у студентов формировалась ценностно-мотивационная сфера, воспитывалась потребность к осознанному физическому самосовершенствованию с целью сохранения и укрепления своего здоровья.

Внедрение информационных технологий в учебный процесс позволяет не только облегчить его, но и сделать более востребованным, интересным и адаптированным для студента, владеющего знаниями и умениями в сфере современных информационных продуктов.

Все разработанные функции приложения помогут преподавателю физического воспитания грамотно выстроить учебный процесс.

Таким образом, авторы комплексно подошли к решению проблемы оперативности оформления и ведения дневника самоконтроля (ДС). Следует также указать, что приведенный ДС и его содержательные аспекты ни в коем случае не являются эталоном и открыты для пересмотра и дополнения в будущем. Это первая версия апробирована и рекомендована к применению для студентов и преподавателей вузов.

Научная значимость и новизна работы заключается в организации потенциального научного материала путем систематизации получаемых данных.

Практическая значимость работы заключается в том, что дневник самоконтроля несет в себе не только важную информацию для самого занимающегося, но и имеет большой научный потенциал. Своеобразная база данных по индивиду за 3–4 года, что позволяет провести мониторинг эффективности учебного процесса, электронный дневник самоконтроля, является долгосрочным, информативным источником получения данных. Таким образом, введение в практику кафедры «Физическое воспитание и спорт» электронного дневника самоконтроля позволит оптимизировать учебный процесс специального учебного отделения на текущем этапе, а также раскрыть новые возможности для обширного кафедрального исследования в будущем.

Л и т е р а т у р а

1. Типовая учебная программа для высших учебных заведений по физической культуре / М-во образования Респ. Беларусь ; сост. В. А. Коледа [и др.]. – Минск : РИВШ, 2008. – 59 с.
2. Фурманов, А. Г. Оздоровительная физическая культура : учебник / А. Г. Фурманов, М. Б. Юсупа. – Минск : Тесей, 2003. – 528 с.
3. Каляда, В. А. Фізичнае выхаванне студэнтаў. Інтэграваны характар і этапнасць / В. А. Каляда // Нар. асвета. – 1999. – № 10. – С. 137–144.
4. Коледа, В. А. Особенности физического воспитания школьников и студентов Гомельского региона / В. А. Коледа, В. А. Медведев. – Гомель : ГГУ, 1999. – 214 с.
5. Дневник самоконтроля для студентов СМГ: учеб.-метод. пособие / сост.: Т. Ф. Торба, Д. А. Качур, Л. А. Матвиенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 19 с.
6. Медведев, В. А. Физическая культура студентов гуманитарного вуза : учеб. пособие / В. А. Медведев, В. А. Коледа, О. П. Маркевич. – Гомель, 2006. – 183 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДСЧЕТА ПАССАЖИРОПОТОКА ОБЩЕСТВЕННОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

И. А. Волк, Э. М. Кононов, Д. О. Заваленый

*Учреждение образования «Брестский государственный
технический университет», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шуть

Введение. В последние десятилетия количество автотранспорта в городах резко возросло практически при сохранении той же организации движения и транспортных магистралей. «Пробки» на основных магистралях городов становятся обычным явлением. В связи с этим остро стоит вопрос оптимального управления транспортными потоками в городах [1]–[6]. В этих условиях общественный транспорт требует особых условий движения, например, по выделенной полосе и т. д.

Также он должен эффективно управляться. Основной характеристикой для эффективного управления является пассажиропоток. Пассажиропоток характеризуется мощностью и является случайной величиной, которая изменяется как от времени, так и от расстояния от начального пункта маршрута (т. е. на различных перегонах маршрута она меняется). Также пассажиропоток изменяется и от направления движения по маршруту (прямое и обратное направление). Данные о мощности пассажиропотока используются для выбора транспорта необходимой вместимости и определения оптимального количества транспортных средств, обеспечивающих рациональную эффективность их использования и высокий уровень обслуживания пассажиров. Систематически собираемая и анализируемая информация о величине пассажиропотока на маршруте является исходной базой для таких расчетов, которые должна постоянно проводить диспетчерская служба.

Автоматический сбор сведений о пассажиропотоках возможен только в автоматических транспортных системах [7]–[9], однако их пока нет. Поэтому актуальной остается задача сбора информации о пассажиропотоках в традиционных городских транспортных системах.

Постановка задачи. Поставлена цель обеспечить органы управления городским пассажирским транспортом всех уровней аналитической информацией о фактических объемах и динамике пассажиропотоков на городских и пригородных маршрутах. Это необходимо для оценки текущего состояния перевозок и определения объективных потребностей населения в этом виде услуг.

Система подсчета пассажиров (СПП) заменяет традиционные ручные методы обследования пассажиропотоков. Для сбора исходных данных о числе входящих и выходящих на остановках пассажиров применяются современные технологии автоматического подсчета на основе использования стереокамер, которые устанавливаются в салонах пассажирских транспортных средств (автобусов, троллейбусов, трамваев).

Будет спроектирован и разработан опытный образец системы для подсчета пассажиропотока с использованием инновационной технологии. СПП предназначены для эксплуатации их в режиме реального времени (статистика формируется прямо на борту автобуса, троллейбуса, трамвая).

Целью анализа пассажиропотоков является информационное обеспечение мероприятий, направленных на повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности оказываемых услуг.

Полученная информация о пассажиропотоке должна быть пригодной для использования в программном обеспечении (ПО) для оптимизации маршрутов транспортных средств, коммерческого учета числа перевезенных пассажиров, улучшения фискального контроля перевезенных пассажиров, прогнозирования и планирования пассажиропотока на общественном транспорте на основе полученных данных СПП, рекомендаций диспетчеру по эффективному использованию пассажирского транспорта по маршрутам.

Основная часть. Для сбора входных данных о пассажиропотоке используется видеорегистратор, который крепится над входом в автобус. Производится запись входа и выхода пассажиров в промежуток времени $[t_0 - t_3]$, где t_0 и t_3 – открытие и закрытие дверей автобуса, соответственно. Главной задачей системы подсчета пассажиропотока является выделение на записи объектов, пассажиров и подсчет количества их входов и выходов. Задачу можно разбить на составляющие.

Создание и модификация фона. При работе с фоном важной деталью является его динамичность. Со временем фон загрязняется, а также на нем могут появляться инородные объекты, это может пагубно сказаться на выявление объектов. Поэтому использование статичного фона неуместно и необходимо предусмотреть изменение фона со временем. Данное изменение возможно организовать при помощи сигма-дельта-правила, которое можно представить следующими формулами:

$$\begin{aligned} B_t &= B_{t-1} + 1, \text{ если } B_{t-1} < I_t; \\ B_t &= B_{t-1} - 1, \text{ если } B_{t-1} > I_t, \end{aligned} \quad (1)$$

где B_t – среднее значение пикселя фона в момент времени t ; I_t – значение пикселя кадра в момент времени t .

Пиксель не принадлежит к фону, если отклоняется он него на некоторое значение. Для оценки отклонения можно использовать среднеквадратичное отклонение, которое можно высчитать следующим образом:

$$\begin{aligned} v_t &= v_{t-1} + 1, \text{ если } v_{t-1} < Nd_t; \\ v_t &= v_{t-1} - 1, \text{ если } v_{t-1} > Nd_t, \end{aligned} \quad (2)$$

где v_t – оценка среднеквадратичного отклонения в момент времени t ; d_t – отклонение значения пикселя кадра от среднего значения в данном кадре; N – коэффициент, определяющий максимальное несоответствие пикселя кадра среднеквадратичному значению пикселя фона.

Необходимо также учитывать, что объект, который считается инородным на изображении, может быть объектом интереса (пассажиром), тогда сливание его с фоном происходить не должно, и фон остается в покоящемся состоянии.

Выявление движения. Имея фон, данный пункт не вызывает трудностей. К движущимся пикселям можно причислить все пиксели, отклоняющиеся от среднего значения фона на значение, большее, чем среднеквадратичное отклонение, определенное в предыдущем пункте.

Выявление объектов. Выявление объектов происходит с использованием данных о движении и фоне. Для выявления контуров на изображении применяется алгоритм Канны, который выполняет следующие действия: убирает шум и лишние де-

тали, высчитывает градиент изображения, находит направления контуров и в конечном итоге создает изображение контуров. Среди контуров движущихся объектов распознаются и выделяются контуры человека. Информация о положении и форме объекта сохраняется для дальнейшего использования. Как упоминалось в пункте про выделение фона, если объект классифицируется как пассажир, модификация фона в данном регионе не производится.

Прослеживание траектории движения объектов. На основе сведений об объектах на изображении эти данные соотносятся с данными следующего кадра и выявляются соответствия между объектами на изображении. Траектории регистрируются как для объектов, распознанных как люди, так и для инородных объектов, пока последние не стали частью фона.

Регистрация входа и выхода выявленных объектов. Если распознанный объект проходит заданную линию входа, то он считается вошедшим в транспорт, если же выделенный пассажир выходит из области видимости через линию входа, то он считается вышедшим. Во время входа пассажира в транспорт объект может быть классифицирован не как пассажир, допустим из-за того, что на кадре доступна только его часть во время входа. Так как производится регистрация траекторий для каждого объекта, даже неклассифицированный пассажир имеет траекторию движения, по которой можно зарегистрировать вход в автобус.

Заключение. Анализ данных, полученных при помощи разработанной системы, позволит выявить пики пассажиропотока по всевозможным базисам: часам, дням, месяцам. Это, в свою очередь, даст возможность оптимизации транспортной системы города.

Литература

1. Анфилец, С. В. Анализ результатов моделирования транспортных потоков перед светофором / С. В. Анфилец, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-техн. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 111–112.
2. Оптимизация управления автотранспортом перед светофором в улично-дорожной сети города / В. Н. Шуть [и др.] // Вестн. БрГТУ // Физика, математика, информатика. – 2008. – № 5. – С. 110–112.
3. Шуть, В. Н. Функциональные зависимости в автотранспортном потоке и их характеристики / В. Н. Шуть // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения : межвуз. сб. науч. тр. – Хабаровск, 2008. – С. 84–91.
4. Касьяник, В. В. Видеодетектирование транспортных потоков / В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-техн. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 110–111.
5. Сашко, А. Н. Оптимизация распределения автотранспортных потоков в пределах городской транспортной сети / А. Н. Сашко, В. Н. Шуть // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем : материалы Второй междунар. науч.-практ. конф., 11 мая 2010 г. / ЮУрГУ ; под ред. О. Н. Ларина, Ю. В. Рождественского. – Челябинск, 2010. – С. 204–20.
6. Anfilets, S. Evaluating The Effectiveness Of The Adaptive Control System In Brest Region / S. Anfilets, V. Shuts // International Congress Of Heavy Vehicles, Road Trains And Urban Transport. – Минск, 2010. – С. 222–226.
7. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12, № 4. – P. 52–60.
8. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сб. науч. тр. по мат. междунар. заоч. науч.-практ. конф., Воронеж, 2016 г. / ВГЛУ. – Воронеж, 2016. – Т. 4, № 5, ч. 3. – С. 336–341.
9. Пролиско, Е. Е. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы : материалы науч.-техн. конф., Брест, 25–28 мая 2016 г. / БрГТУ. – Брест, 2016. – С. 49–54.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ КАТАЛОГА MITSUBISHI CARBIDE

И. А. Голод

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. С. Мурашко

При проектировании технологических процессов обработки деталей перед технологами стоит задача выбора подходящих режущих инструментов. В настоящее время существует множество справочников, содержащих огромное количество описаний различных инструментов, что существенно усложняет задачу. В то же время от правильности выбора инструмента во многом зависит качество изготавливаемых изделий, поэтому, эта задача требует самого подробного изучения.

Даже при составлении простых технологических процессов приходится выбирать не менее 4–5 инструментов, а многие детали, например, корпусные, обрабатываются более, чем за 10 операций. В современном производстве стали широко применяться металлорежущие станки с ЧПУ, что еще больше ужесточило требования к выбору инструмента, так как человек практически не влияет на ход выполнения операций.

За основу данной работы был взят каталог зарубежной фирмы Mitsubishi Carbide. В справочнике все инструменты делятся на две группы: токарный инструмент и вращающийся инструмент. В разделе токарного инструмента находятся описания резцов для наружного точения, малоразмерных резцов, расточных резцов, отрезных и канавочных резцов, резьбонарезных резцов. Раздел вращающегося инструмента содержит описания концевых фрез и сверл. Для всех инструментов в справочнике есть каталоги сменных пластин. Применение таких пластин позволяет уменьшить стоимость работ, так как в случае поломки или износа нет необходимости заменять весь инструмент: достаточно заменить только его режущую часть. Номенклатура сменных пластин также очень обширна.

В массовом производстве, где изготавливается преимущественно однономенклатурная продукция, применяются одни и те же инструменты, что существенно облегчает составление технологических процессов. Но в единичном и мелкосерийном производстве изготавливается самая разнообразная продукция, соответственно, увеличивается и количество применяемых инструментов. В таких условиях задача выбора режущих инструментов стоит особенно остро.

Целью данной работы является разработка прикладного программного обеспечения, облегчающего выбор режущего инструмента и назначение режимов резания.

Была разработана программа на языке программирования C#, которая реализует алгоритм выбора режущего инструмента из каталога Mitsubishi Carbide, исходя из заданных условий обработки, а также определяет оптимальный режим резания.

Общий алгоритм работы программы заключается в следующем: на основании введенных данных выбирается державка и вид резца, затем подбираются размеры резца и пластина, после выбирается покрытие, стружколом и материал пластины и, исходя из этого, назначается режим резания.

Сначала производится ввод исходных данных, в числе которых точность обработки, обрабатываемый материал, размеры резцедержателя, вид и особенности обработки.

На основании этих данных выполняется запрос в базу данных Access. Результатом запроса являются вид державки и вид резца.

Каждый резец может иметь несколько исполнений. Выбор размеров токарного резца осуществляется на основании поперечного размера резцедержателя, в котором будет устанавливаться резец. На станках с ЧПУ используются многопозиционные револьверные головки, в которых могут устанавливаться различные инструменты. При выборе размеров поперечного сечения резца нужно руководствоваться размерами гнезд для инструментов, указанными в паспорте станка. К каждому резцу подбирается пластина, позволяющая повысить эффективность обработки.

После этого выбирается покрытие пластины, повышающее ее стойкость, и стружколом, применяемый для облегчения процесса резания. Выбор зависит от точности обработки поверхности. В зависимости от обрабатываемого материала и выбранного покрытия отбирается материал пластины. Основные материалы, применяемые для изготовления пластин: твердые сплавы и металлокерамика. Эти материалы отличаются высокой твердостью и износостойкостью, что увеличивает срок службы пластины и повышает эффективность обработки.

После этого назначается режим резания. Первой выбирается скорость резания, зависящая от точности обработки и применяемой пластины. На производстве принято применять максимально возможную для данных условий обработки скорость резания.

Выбирается предварительная подача, зависящая от скорости резания и обрабатываемого материала. Следующий запрос в базу данных уточняет возможные значения подач с учетом глубины резания. Для реализации алгоритма коррекции подачи применяется пересечение множеств, т. е. нахождение общих для двух массивов значений. В случае, если массив, содержащий общие значения, оказывается пустым, происходит обработка исключительной ситуации.

Режимы резания выбираются из графиков, отображающих зависимости скорости резания, подачи и глубины от различных условий обработки.

Станки с ЧПУ в большинстве своем имеют бесступенчатое регулирование скоростей и подач, что значительно облегчает назначение режимов резания при автоматическом проектировании.

Результаты работы программы выводятся в таблицу на форме. В случае отсутствия подходящего инструмента в базе данных или некорректного ввода исходных данных производится обработка соответствующих исключений.

Все переменные, используемые для выбора резца, описаны в классе `tokarniy_instr`. Обращение к переменным выполняется через свойства, что позволяет проверять корректность введенных данных. Кроме того, при расширении функций программы, например, добавлении возможности выбора других видов резцов, нет необходимости переписывать заново все поля и методы. Достаточно просто указать класс `tokarniy_instr` в качестве базового класса.

Вынесение переменных и методов в отдельный класс позволяет упростить структуру программы. Это повышает удобство работы с ней и делает код читаемым.

Также в отдельный класс вынесен метод, выполняющий запрос в Access. Достаточно лишь вызвать его в любом месте программы и передать все необходимые параметры.

Таким образом, разработанная программа позволяет существенно повысить эффективность работы технологов, сокращая время выбора инструментов. Кроме того, используя основные принципы объектно-ориентированного программирования, можно расширять возможности программы, добавляя новые виды инструментов и обработок.

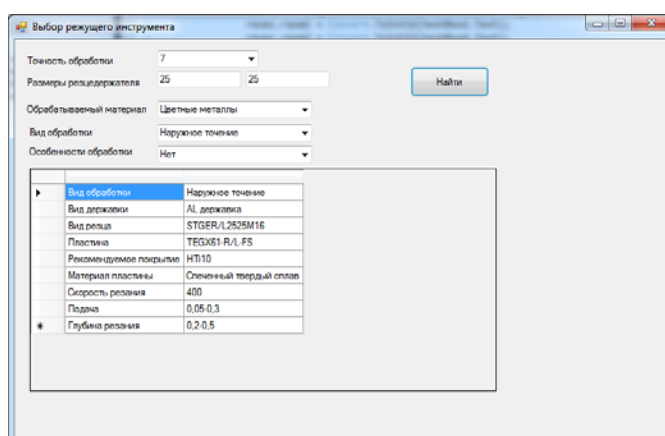
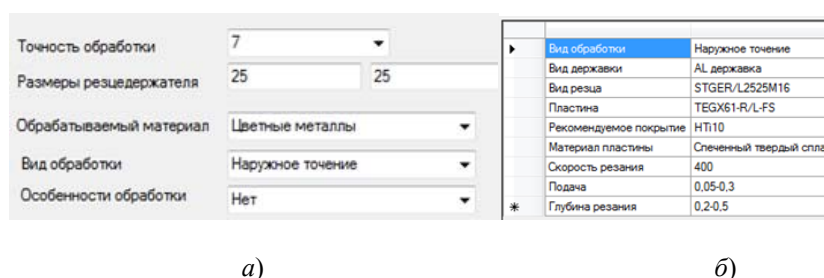


Рис. 1. Общий вид программы

Рис. 2. Результаты работы программы:
а – исходные данные; б – результат работы

Результат работы программы представлен на рис. 1 и 2.

ПОВЕДЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СОКРАЩЕНИЯ В ВЫРАЖЕНИЯХ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ВКЛАДА ПОЛЯРИЗАЦИИ ВАКУУМА В АНОМАЛЬНЫЙ МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ ЛЕПТОНА

И. А. Жевняк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. А. Кравченко

Поведение коэффициента сокращения в аналитических выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона определяется с помощью Паде-аппроксимации – метода суммирования расходящихся рядов с помощью рациональных функций. Для аналитической функции $f(z)$, определенной разложением в ряд Тейлора, отраженной на формуле (1):

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n z^n. \quad (1)$$

Паде-аппроксимацией $f^{[N,M]}(z)$ называется рациональная функция вида (2):

$$f^{[N,M]}(z) = P_N(z) / Q_M(z) = f(z) + O(z^{N+M+1}). \quad (2)$$

Методом Паде-аппроксимантов исследуется эффект сокращения в аналитических выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона, вклад одинаков для всех лептонов и поэтому называется универсальным [1]. Он представляет все диаграммы с замкнутыми лептонными линиями, которые имеют ту же массу, что и внешний лептон. Доказано, что, несмотря на рост коэффициента при старшей зета-функции, коэффициент сокращения продолжает медленно уменьшаться с ростом числа петель, поляризующих фотон. Эффект прослеживается вплоть до 10 лептонных петель.

В настоящей работе исследуется специальный класс вкладов диаграмм высших порядков в аномальный магнитный момент мюона a_μ который является уникальным объектом, позволяющим с очень высокой точностью проверить Стандартную модель. На сегодняшний день наблюдается отличие в 3–4 стандартных отклонения между предсказанием Стандартной модели и наиболее точным результатом измерения [2]. Этот вклад одинаковый для всех лептонов и поэтому называется универсальным. Он представляет все диаграммы с замкнутыми лептонными линиями, которые имеют ту же массу, что и внешний лептон.

В работе показано, что такое сокращение имеет место для вкладов вплоть до $n = 7$, для которых известны аналитические формулы. Коэффициент сокращения медленно убывает с ростом n , в том числе для $n = 6$ и 7 , для которых значения коэффициентов растут. Например, для $n = 7$ коэффициент сокращения составляет 0,0004 %. Коэффициенты убывают с ростом n , принимают минимальное значение при $n = 6$, а затем начинается медленный рост.

Цель данной работы – оценить величину эффекта сокращения для таких значений ($n = 8, 9$ и 10), для которых не известны аналитические выражения. Эти оценки сделаны с помощью применения метода Паде-аппроксимантов [1], широко используемого для анализа различных рядов, как в математике, так и физике [1].

В известных аналитических выражениях коэффициент сокращения достигает $4 \cdot 10^{-6}$. Его резкое дальнейшее падение может привести к трудностям при расчетах в высших порядках теории возмущений. В исследовании видно, что для коэффициентов при $n > 7$, для которых не найдено аналитическое выражение, наблюдается убывание коэффициента сокращения с ростом n , но это убывание медленное и не представляет значения для численных расчетов.

Выражаем благодарность доктору физико-математических наук А. В. Сидорову и доктору наук физико-математических О. П. Соловцовой за оказанную методическую помощь в проведении исследования.

Литература

1. Sidorov, A. V. On the Contribution of Muon Loops to the Anomalous Magnetic Moment of the Muon / A. V. Sidorov, V. I. Lashkevich, O. P. Solovtsova // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2018. – Vol. 21, №. 4. – P. 395–400.
2. Logashenko, I. B. Anomalous magnetic moment of the muon / I. B. Logashenko, S. I. Eidelman // UFN. – 2018. – Vol. 188, №. 5. – P. 540–573.

**МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ И ТОЧНОСТИ
ВЫЧИСЛЕНИЙ ИНТЕГРАЛОВ МЕЛЛИНА–БАРНЕСА ПУТЕМ
АППРОКСИМАЦИИ КОНТУРА СТАЦИОНАРНОЙ ФАЗЫ**

И. А. Жевняк

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. А. Кравченко

Интеграл Меллина–Барнеса или интеграл Барнеса (Barnes integral) в математике – контурный интеграл от функции, содержащей произведение гамма-функций.

Интегралы такого типа тесно связаны с обобщенными гипергеометрическими функциями. Они были введены английским математиком Эрнестом Уильямом Барнесом (Ernest William Barnes, 1874–1953). Похожие интегралы рассматривались финским математиком Ялмаром Меллином (Hjalmar Mellin, 1854–1933), в частности, в связи с обратным преобразованием Меллина.

Путь интегрирования обычно проходит вдоль мнимой оси комплексной переменной интегрирования s (от $-i\infty$ до $+i\infty$), но при этом может деформироваться, чтобы отделить полюса гамма-функций типа $\Gamma(a_i + s)$ (которые должны оставаться слева) от полюсов гамма-функций типа $\Gamma(b_i - s)$ (которые должны оставаться справа).

Цель работы – разработка эффективных методов вычисления интегралов типа Меллина–Барнеса (М–Б) на основе различных аппроксимаций контура стационарной фазы и обобщение на многомерный случай. Проведение тестирования и апробация метода на интегралах, возникающих в современной теоретической физике при рассмотрении диаграмм Фейнмана в квантовой электродинамике и квантовой хромодинамике при учете конечной массы частиц.

На первом этапе предполагается изучение применения метода седловой точки для вычисления одномерных интегралов М–Б, используя выражение (1) из работы [1]:

$$\frac{1}{(1+X)^v} = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} ds (X)^{-s} \frac{\Gamma(s)\Gamma(v-s)}{\Gamma(v)}. \quad (1)$$

На втором – построение и применение асимптотических контуров стационарной фазы и оценка точности интегрирования по этим контурам на примере интеграла (1).

Третьим этапом будет рассмотрение интегралов с расходящимся рядом теории возмущений вида (2) [2]:

$$Z(0) = \frac{1}{2i\pi\sqrt{\pi}} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} ds \lambda^{-s} \frac{\Gamma(s)\Gamma\left(\frac{1}{2}-2s\right)}{(3!)^{-s}}. \quad (2)$$

Четвертый этап – рассмотрение двумерных интегралов М–Б на основе контура седловой точки. Изучение контура асимптотического контура стационарной фазы для одной и двух переменных двукратного интеграла из формулы вида (3) [3]:

$$\int_0^\infty \frac{du_1 du_2}{\sqrt{u_1 u_2}} e^{-u_1 - u_2} h(u_1, u_2) \cong \sum_{j_1, j_2=1}^n w_{j_1} w_{j_2} h(u_{j_1}^0, u_{j_2}^0) \cong \sum_{j_1, j_2=0}^n w_{j_1} w_{j_2} h(u_{j_1}^0, u_{j_2}^0);$$

$$n_{j_1}^0 + a_{j_2}^0 \leq n_1^0 + a_N^0. \quad (3)$$

Значение интегралов М–Б для теоретической физики и квантовой теории поля трудно переоценить. Они интенсивно используются для численной проверки аналитических результатов, включая двухпетлевое массивное Vhabha рассеяние в КЭД, трехпетлевые безмассовые форм-факторы и статические потенциалы в массивных двухпетлевых КХД форм-факторах, работах по *B*-физике, адронной физике тор-кварков. Также интегралы М–Б используются для получения прямых, численных результатов в суперсимметричных теориях Янга–Миллса: четырехпетлевые касп-аномальные размерности и двухпетлевые пятиточечные амплитуды, как, например, $N = 6$ теории Чейна–Саймона для 6 и более петель. В последнем случае, например, вычисляются 14-кратные интегралы.

Пионерские работы по применению контуров седловой точки были опубликованы еще в 1997 г. Сравнительно недавно было осознано, что эффективная аппроксимация контура стационарной фазы должна наиболее точно работать в области асимптотически больших z . Такой подход позволяет рассчитывать на значительное увеличение относительной точности интегралов с ростом числа слагаемых в квадратурной формуле, а также на успешное применение этого подхода и в многомерном случае.

Литература

1. Friot, S. Asymptotics of Feynman diagrams and the Melin-Barnes representation / S. Friot, D. Greynat, E. de Rafael // *Physics Letters*. – 2005. – Vol. 628. – P. 73–84.
2. Friot, S. Non-Perturbative Asymptotic Improvement of Perturbation Theory and Mellin-Barnes Representation / S. Friot, D. Greynat // *SIGMA*. – 2010. – Vol. 79. – P. 1–23.
3. Kosower, D. A. Extracting parton densities from collider data / D. A. Kosower // *Nuclear Physics B*. – 1998. – Vol. 520. – P. 263–278.

ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Д. И. Исайкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. П. Косинов

Целью исследования является применение генетического алгоритма для создания бота, который способен прожить миллион итераций в мире с заданными правилами.

Итак, генетический алгоритм – это, прежде всего, метод многомерной оптимизации, т. е. метод поиска минимума многомерной функции. Потенциально этот метод можно использовать для глобальной оптимизации, но с этим возникают сложности, опишу их позднее.

Сама суть метода заключается в модулировании эволюционного процесса: существует какая-то популяция (набор векторов), размножающаяся, на которую воздействуют мутации, и производится естественный отбор на основании минимизации целевой функции. Рассмотрим подробнее эти процессы.

Прежде всего популяция должна **размножаться**. Основной принцип размножения – потомок похож на своих родителей, т. е. необходимо задать какой-то механизм наследования, и лучше будет, если он будет включать элемент случайности. Но скорость развития таких систем очень низкая – разнообразие генетическое падает, популяция вырождается, т. е. значение функции перестает минимизироваться.

Для решения этой проблемы был введен механизм **мутации**, который заключается в случайном изменении каких-то особей. Этот механизм позволяет привнести что-то новое в генетическое разнообразие.

Следующий важный механизм – **селекция**. Как было сказано, селекция – отбор особей, которые лучше минимизируют функцию. Обычно отбирают столько особей, сколько было до размножения, чтобы из эпохи в эпоху у нас было постоянное количество особей в популяции. Также иногда отбирают «счастливчиков» – некоторое число особей, которые хоть и плохо минимизируют функцию, но зато могут внести разнообразие в последующие поколения.

Этих трех механизмов обычно недостаточно, чтобы минимизировать функцию. Так популяция вырождается – рано или поздно локальный минимум забывает своим значением всю популяцию. Когда такое происходит, проводят процесс, называемый **встряской** (в природе аналогии этому – глобальные катаклизмы), когда уничтожается почти вся популяция, и добавляются новые (случайные) особи.

В качестве инструмента в реализации алгоритма был выбран язык программирования высокого уровня – javascript, среда разработки – Visual Studio Code.

Существует мир со своими правилами, главные создания здесь – боты, у них есть здоровье, и каждый ход оно уменьшается на 1. Чтобы выжить, боту необходимо найти еду, которая прибавляет 10 к здоровью. Если оно опустилось до нуля – бот умирает. Еду можно съесть, зайдя на клетку с едой, или схватить ее из соседней клетки. Так же есть стены и яд, если бот зайдет на клетку с ядом, то он погибнет, но есть возможность преобразовать яд в еду. Необходимо найти такого бота, который сможет прожить 1.000.000 шагов.

При первом запуске случайным образом создается 64 бота, после чего они начинают жить в этом мире. Когда останется 8 штук – создается новое поколение из оставшихся, каждый выживший даст 8 полностью идентичных потомков, 1 из которых случайно мутирует, поменяется одна или несколько клеток ДНК случайным образом, и все пойдет по новому кругу.

ДНК бота – это 64 ячейки, замкнутые по кругу. При первом запуске эти ячейки заполняются случайными числами от 0 до 63. Каждое число – это определенная команда, которая выполняет свою операцию:

1) 0–7 – перемещение бота на соседнюю клетку; направление зависит от числа и от того, куда смотрит бот, указатель текущей команды в коде перейдет количество клеток, зависящее от того, что было по этому направлению (яд – 1 клетка; стена – 2; бот – 3; еда – 4; пусто – 5). Данная команда является завершающей и после нее управление перейдет к следующему боту;

2) 8–15 – схватить; если в указанном направлении была еда – он ее съест, если яд – преобразовывает в еду, в остальных случаях ничего не происходит, указатель команды перемещается так же как и в предыдущем пункте. Данная команда тоже является завершающей;

3) 16–23 – посмотреть; бот остается на месте, а указатель перемещается в зависимости от увиденного;

4) 24–31 – поворот; указатель переходит на следующую ячейку;

5) 32–63 – безусловный переход; указатель перепрыгивает на столько ячеек вперед, какое число представляет команда.

Команды 3–5 не заканчивают ход, однако за ход может быть выполнено не более 10 команд, после чего управление передается следующему боту.

Также команды 1–3 зависят от того, куда был повернут бот.

После запуска мира первые поколения (в основном боты) либо стоят на месте, либо передвигаются по двум клеткам. Некоторое время стояние на месте будет оставаться выгодной стратегией, так как меньше шансов наткнуться на яд. Это будет оставаться неизменным до тех пор, пока боты не научатся преобразовывать яд в еду, тогда станет выгодней постоянно перемещаться.

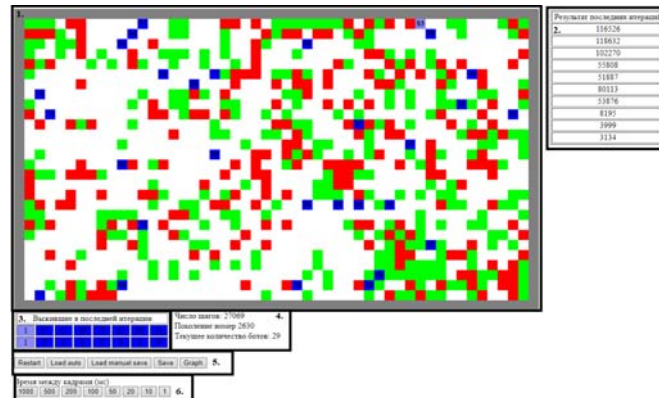


Рис. 1. Внешний вид приложения

Теперь кратко опишем дизайн (рис. 1). Здесь пользователь видит следующее:

- 1) поле с ботами;
- 2) таблицу, в которой показан результат 10 последних итераций;
- 3) таблицу с выжившими в последней итерации (их здоровье и поколений без мутаций);
- 4) число шагов, номер поколения и количество ботов;
- 5) также есть кнопки управления:
 - Restart – пересоздает ботов со случайным ДНК;
 - Load auto – загружает последнее автосохранение (программа сохраняет ботов каждое новое поколение);
 - Load manual save – загружает последнее ручное сохранение;
 - Save – сохраняет ботов после селекции;
 - Graph – выводит график всех итераций (рис 2);
- 6) кнопки для управления длительности времени между каждым шагом.

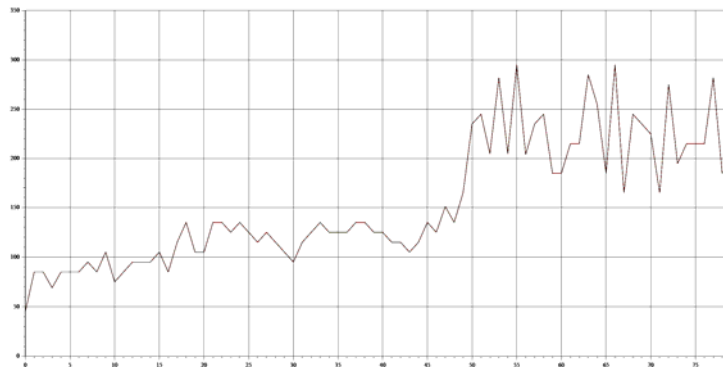


Рис. 2. График всех итераций

Таким образом, в данной среде боты спокойно живут и развиваются. К сожалению, скорость работы программы – небольшая, примерно 125 шагов в секунду, поэтому на данный момент рекордное значение равно 150.000 шагов. Программа со своей задачей справляется, а значит, остается просто ждать, пока они смогут развиваться до необходимого уровня.

ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНА КООРДИНАЦИИ ПО МАГИСТРАЛИ

Е. А. Качаловская, М. Ю. Буц

*Учреждение образования «Брестский государственный
технический университет», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шуть

В последнее время количество автотранспорта в городах значительно увеличилось практически при той же имеющейся организации движения и транспортных магистралей. «Пробки» на основных городских магистралях – уже обычное дело. Между тем оптимальное регулирование транспортных потоков [1]–[5] на улицах города может привести к увеличению пропускной способности существующих магистралей на 20–25 %. Используется два основных подхода к решению поставленной проблемы:

– внедрение адаптивного интеллектуального регулирования, при котором светофор сам выбирает режим переключения в зависимости от количества машин на перекрестке [6]–[11];

– внедрение координированного регулирования [12]–[15].

Целью настоящей работы является рассмотрение вопроса, связанного с влиянием соотношений длин перегонов (звеньев) магистрали на возможность построения удовлетворительного плана координации.

Математическая модель объекта. Объектом исследования является городская магистраль длиной L , начинающаяся с T -образного перекрестка и оканчивающаяся также T -образным перекрестком [12]. Это центральная улица города с наиболее интенсивным движением автотранспорта. Магистраль состоит из $n + 1$ перекрестка, где нулевой и n -й перекрестки являются начальными и конечными пунктами магистрали (рис. 1). Каждый перекресток оборудован светофорным объектом (СФО), работающим по двухфазному циклу.

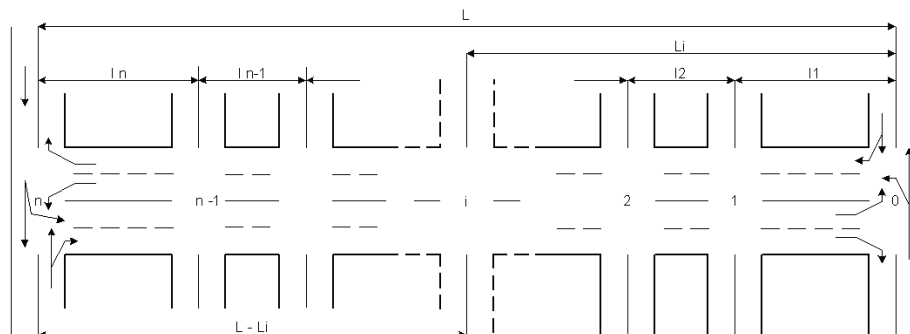


Рис. 1. Схема магистрали с $n + 1$ перекрестком

Введем некоторые ограничения на модель:

1. Автомобили поступают в магистраль и съезжают с нее на T -образных перекрестках (концы магистрали) равночисленными пачками. Величина пачки (число автомобилей) регулируется длительностью зеленой фазы светофорного цикла.

2. Все автомобили в пачке движутся с равной скоростью v . Отсутствует эффект диффузии пачки, т. е. ее размывания.

3. Длительность светофорного цикла $T_{\text{ц}}$: $T_{\text{ц}} = l_k / v$.

4. Все светофорные объекты СФ00, СФ01, ..., СФ0 n по магистрали работают с одной длительностью цикла.

5. Длина $l_{\text{пач}}$, формируемых на входах магистрали (СФ00, СФ0 n) пачек автомобилей, определяется как $l_{\text{пач}} = vt_3$, где t_3 – время зеленого сигнала на входных в магистраль светофорах СФ00 и СФ0 n .

Расчет плана координации. Основной задачей координированного регулирования является обеспечение безостановочного движения транспортных средств вдоль магистрали. Совокупность сдвига фаз, длительностей фаз и цикла регулирования для всех перекрестков, входящих в систему координированного регулирования, образуют программу или план координации. Один из параметров, а именно – длительность светофорного цикла $T_{\text{ц}}$, определен выше. Сдвиг фаз, а также длительности фаз на каждом светофорном объекте учитываются в случае, когда нет отрезка магистрали, которому кратны все остальные звенья магистрали.

Самое короткое звено магистрали l_k , которое является базисным (по нему была рассчитана длительность цикла $T_{\text{ц}}$). Разделим его на десять равных частей. Обозначим дискрет длины $\Delta l = l_k / 10$. Ему соответствует вторичный (временной) дискрет $\Delta t = T_{\text{ц}} / 10$.

Выделим остаток от деления L_i на l_k :

$$L_i = pl_k + r_i, \quad (1)$$

где p – частное от деления на l_k ; r_i – остаток, расстояние меньше $2l_k$, т. е. $0 < r_i < l_k$.

Таким образом от правого конца магистрали отрезок l_k укладывается целое число раз. Остаток r_i показывает число дискретов времени Δt , на которое надо выполнить задержку включения зеленого сигнала на магистрали относительно начала включения на базовых светофорах в направлении движения справа налево (рис. 2).

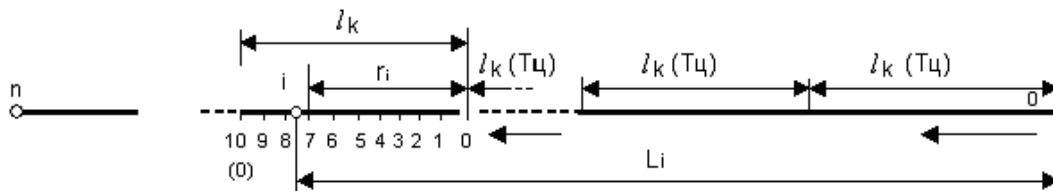


Рис. 2. Укладка справа налево отрезков l_k на магистраль и образование остатка r_i

Аналогичная ситуация наблюдается и при встречном движении, т. е. от СФ0 n и до СФ0 i : $L - L_i = ml_k + c_i$.

Заключение. Объект управления транспортным потоком в улично-дорожной сети города имеет две стороны: детерминированную и стохастическую. Под стохастической понимается диффузия пачек и неопределенность числа автомобилей, поступающих с боковых направлений. В работе был предложен метод расчета координированного плана без учета стохастической составляющей. В дальнейших исследованиях на детерминированную модель будут наложены указанные стохастические факторы, что сделает модель более точной.

Литература

1. Анфилец, С. В. Анализ результатов моделирования транспортных потоков перед светофором / С. В. Анфилец, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-практ. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 111–112.
2. Оптимизация управления автотранспортом перед светофором в улично-дорожной сети города / В. Н. Шуть [и др.] // Вестн. БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2008. – № 5. – С. 110–112.
3. Шуть, В. Н. Функциональные зависимости в автотранспортном потоке и их характеристики / В. Н. Шуть // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения : межвуз. сб. науч. тр. – Хабаровск, 2008. – С. 84–91.
4. Касьяник, В. В. Видеодетектирование транспортных потоков / В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-практ. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 110–111.
5. Сашко, А. Н. Оптимизация распределения автотранспортных потоков в пределах городской транспортной сети / А. Н. Сашко, В. Н. Шуть // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем : материалы Второй междунар. науч.-практ. конф., Челябинск, 11 мая 2010 г. / ЮУрГУ ; под ред. О. Н. Ларина, Ю. В. Рождественского. – Челябинск, 2010. – С. 204–20.
6. Anfilets, S. Evaluating The Effectiveness Of The Adaptive Control System In Brest Region / S. Anfilets, V. Shut // International Congress Of Heavy Vehicles, Road Trains And Urban Transport. – Минск, 2010. – С. 222–226.
7. Шуть, В. Н. Адаптивное управление светофорным объектом / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Шестой междунар. конф. – Минск, 2008. – Т. 2. – С. 211–212.
8. Шуть, В. Н. Концепция интеллектуального светофора / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Вместе к эффективному дорожному движению : междунар. конференция / БНТУ. – Минск, 2008. – С. 234–238.
9. Шуть, В. Н. Опыт внедрения адаптивного светофора в г. Бресте / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XVI междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 16–17 июня 2010 г.
10. Анфилец, С. В. Оценка эффективности светофорного регулирования на перекрестке при использовании адаптивного управления на основе нейросетевого прогнозирования транспортных потоков / С. В. Анфилец, В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Нейроинформатика-2011 : сб. науч. тр. XIII Всерос. науч.-техн. конф. : в 3 ч. / НИЯУ МИФИ. – М., 2010. – Ч. 1. – С. 51–53.
11. Шуть, В. Н. Адаптивная система управления автотранспортом на регулируемом перекрестке / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Межвуз. сб. науч. работ / УГАТУ. – Уфа, 2011.
12. Шуть, В. Н. Детерминированная модель координированного регулирования движения автотранспорта на магистрали с Т-образными перекрестками / Вестн. БНТУ. – 2009. – № 4. – С. 45–48.
13. Исследование механизма распада координированной пачки автотранспортных средств при движении на перегоне магистральной улицы / Г. М. Кухаренок [и др.] // Вестн. БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2010. – № 5. – С. 63–68.
14. Шуть, В. Н. Детерминированная модель координированного регулирования движения автотранспорта на магистрали с Т-образными перекрестками / В. Н. Шуть // Вестн. БНТУ. – 2009. – № 4. – С. 45–48.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТУПИЦЫ, ПЕРЕДАЮЩЕЙ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ НА ВАЛ ЧЕРЕЗ ОДНОШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

М. А. Кулакова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. А. Карабчикова

Существует большая группа разъемных соединений, в которых разъем осуществляется не с помощью резьбы, а посредством особых конструктивных условий сборки. К этой группе следует отнести, в первую очередь, штифтовые, шпоночные и шлицевые соединения. Это стандартные способы соединения, в которых все конструктивные параметры, материалы, точность изготовления и условия эксплуатации, а также сборка полностью определены государственными стандартами, в зависимости от назначения, как правило, осуществляются по одному из базовых размеров. При этом работоспособность соединения оценивается проверочными расчетами уже после конструктивной разработки соединений. Если выбранное соединение не удовлетворяет условиям работоспособности, то необходимо менять параметры соединения, его тип, либо вовсе переходить на другой способ соединения.

В системах автоматического проектирования механических устройств необходимо, чтобы программные средства обеспечивали не только сокращение времени на проектирование устройства соединения, но и гарантировали оптимальный вариант соединения. Так как главная ограничительная функция работоспособности соединения обычно оценивается прочностью соединения, то в качестве одного из критериев оптимизации параметров соединения выбирается ограничение недогрузки соединения не более 20 %, либо перегрузки его – в пределах 10 %.

В этом случае прочность соединения оценивается коэффициентом нагружения, представляющим собой отношение фактического напряжения в соединении к значению допускаемого напряжения для принятых материалов.

Условие оптимальной работоспособности для шпоночного соединения имеет следующий вид:

$$0,8 \leq K_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{см}}}{[\sigma]_{\text{см}}} \leq 1,1, \quad 0,8 \leq K_{\text{ср}} = \frac{\tau_{\text{ср}}}{[\tau]_{\text{ср}}} \leq 1,1,$$

где $\sigma_{\text{см}}$, $\tau_{\text{ср}}$ – фактические напряжения, соответственно, смятия и среза; $[\sigma]_{\text{см}}$, $[\tau]_{\text{ср}}$ – допускаемые напряжения смятия и среза.

Проектирование и расчет шпоночных соединений проводятся в соответствии с указаниями, изложенными в нормативных документах и специальной литературе по деталям машин [1]–[3].

В данной работе исследуется размер ступицы, передающий крутящий момент на вал через одношпоночное соединение.

Шпоночные соединения применяются для передачи вращающего момента между валом и ступицей, насаженной на вал детали. Передача вращающего момента между деталями соединения осуществляется с помощью специальной детали – шпонки.

При этом шпонки используются двух типов:

- призматические – для валов свыше 5 мм;
- сегментные – для диаметров валов от 3 до 42 мм.

Конструкция рассматриваемого соединения приведена на рис. 1.

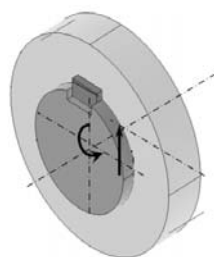


Рис. 1. Расчетная схема шпоночного соединения

Сегментные шпонки отличаются от призматических более устойчивым положением шпонки на валу, что уменьшает перекосяк и концентрацию давления, но резко ослабляет сечение вала.

Все размеры сегментных шпонок (рис. 2) определяются по таблицам ГОСТа в зависимости от диаметра вала.

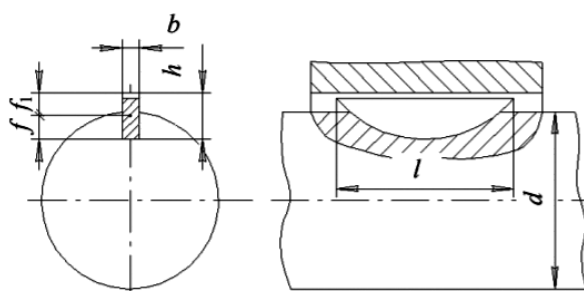


Рис. 2. Схема сегментной шпонки

Сегментные шпонки проверяются по условию работоспособности по напряжениям среза и смятия по формулам:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{ihl(d+h)}; \quad \tau_{\text{ср}} = \frac{2T}{ibld},$$

где T – крутящий момент, Н · мм; i – число шпонок; l – длина шпонки, мм; b – ширина шпонки, мм; d – диаметр вала, мм; h – высота выступающей части шпонки, мм.

Для призматических шпонок (рис. 3) ширина b и высота h выбираются из таблицы ГОСТа в зависимости от диаметра вала. Длина шпонки зависит от размеров bh и определяются по стандартному ряду длин.

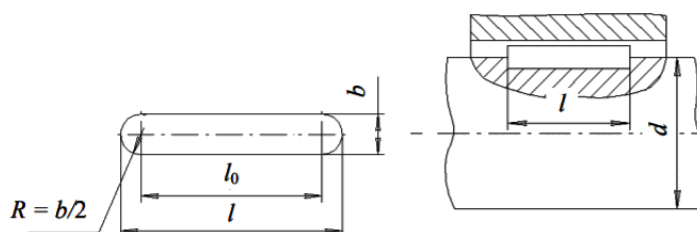


Рис. 3. Схема призматической шпонки

Если в шпоночном соединении возникает перегрузка, т. е. $\sigma_{см} / [\sigma]_{см} > 1,1$ или $\sigma_{ср} / [\sigma]_{ср} > 1,1$, то следует увеличивать число сегментных шпонок до двух, либо перейти на призматические шпонки. При недогрузке более 20 % уменьшаются размеры шпонки.

В ходе работы составлена программа решения контактной задачи для деталей шпоночного соединения методом конечных элементов в среде программного комплекса ANSYS. Твёрдотельная модель соединения разбивается на объёмные элементы. Поверхности контакта вала, ступицы и шпонки покрываются целевыми и контактными элементами.

В шпоночном соединении вращающий момент от втулки на вал передается не только самой шпонкой, но и силами трения между поверхностями трения «вал–втулка». Поэтому исследовано распределение реактивного момента, между моментом, воспринимаемым поверхностями трения «вал–втулка», и моментом, воспринимаемым шпонкой.

Для определения оптимальных размеров детали исследован характер изменения напряженного состояния деталей в процессе сборки шпоночного соединения.

На рис. 4 представлена диаграмма максимальных напряжений для детали с разным заданным материалом и длиной шпонки.

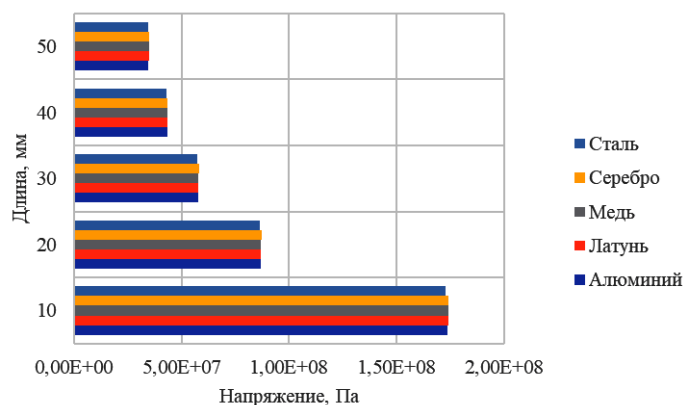


Рис. 4. Диаграмма максимальных напряжений

Проанализировав данные, можно сделать вывод, что максимальные напряжения возникают с длиной шпонки 10 мм, когда происходит пик вращающего момента, в результате чего ломается деталь.

Полученные результаты могут быть использованы для уточненного расчета и окончательного конструктивного оформления валов. Развитие данного подхода позволит совершенствовать выбор соединений типа «вал–ступица» с более точным учетом условий их работы.

Литература

1. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высш. шк., 1998. – 447 с.
2. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов / А. И. Якушев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 352 с.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2001. – 920 с.

3. Кокорев, И. А. Проверка выбора шпоночных и шлицевых соединений с натягом / И. А. Кокорев // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 4 (7). – С. 101–107.
4. Савенков, В. Н. Исследование напряженно-деформированного состояния деталей шпоночного соединения / В. Н. Савенков, Ю. В. Тимохин, В. Ю. Тимохина // Сб. науч. тр. ДонИЖТ. – 2016. – № 41. – С. 38–45.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПОТОКЕ КОРМОВОЙ МАССЫ В КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКЕ

М. А. Кулакова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. В. Соболев

В настоящее время вследствие повышения производительности возрастают требования к качеству современной сельскохозяйственной кормоуборочной техники.

При уборке кормовых культур трудности зачастую создают металлические (ферромагнитные) предметы (болты, гайки, лом), в достаточном количестве присутствующие (как показывает практика) на полях отечественных сельскохозяйственных угодий.

Минуя существующие системы защиты и попадая в измельчающий барабан, они приводят к долговременному выходу из строя той или иной единицы кормоуборочной техники, что в условиях «гонки за урожаем» ведет к простоям техники, увеличению времени уборочной компании, а также к финансовым затратам.

Работа практически всех существующих в настоящее время металлодетекторов, таких, как John Deere (США), Claas (Германия) (Комбайны Claas, Jaguar, John Deere, Kemper) в качестве защиты режущего аппарата кормоуборочной техники основана на использовании в качестве чувствительных элементов индукционных катушек, расположенных на системе постоянных магнитов и при помощи гальваномагнитных элементов.

На комбайнах западных фирм данная проблема решается путем использования качественных немагнитных материалов с максимально низкими значениями электропроводности и высокотехнологичных способов их обработки (резки, сварки). Отечественные подобные разработки получают со значительно худшими параметрами, чем у зарубежных конкурентов. В результате чего возникают частые ложные срабатывания защитного механизма, что приводит к заминкам в работе по уборке урожая.

Для равномерного продвижения кормомассы в измельчитель в сельскохозяйственной технике используется формующая система, состоящая из 2-х или 4-х валцов. В некоторых зарубежных новинках используются 6-валцовые системы. Верхние валцы таких систем, как правило, подпружинены (рис. 1).

Датчик металлодетектора располагается в нижнем (со стороны подачи скошенной массы) формующем валце, что исключает его влияние на прохождение кормомассы и обеспечивает своевременное обнаружение металлических (ферромагнитных) предметов.

Датчик металлодетектора представляет собой систему создания постоянного магнитного поля, на которой располагаются чувствительные элементы.

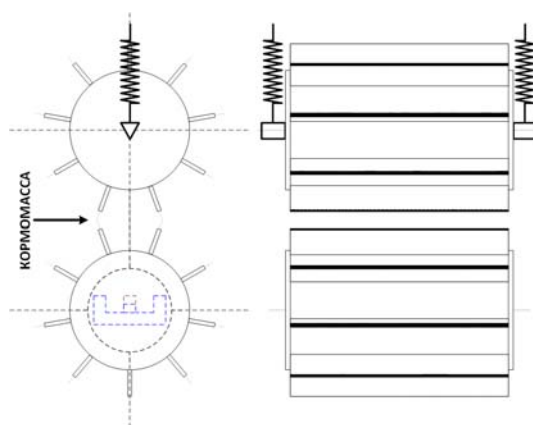


Рис. 1. Система формующих валцов

Существующие металлодетекторы в качестве чувствительных элементов, в которых используются индукционные катушки, в большинстве своем отличаются формой сердечника (Ш-образная, Т-образная), количеством катушек (одна или несколько), количеством постоянных магнитов (один сплошной или составные) и их углом намагниченности.

Улучшить постоянство чувствительности металлодетектора по всей ширине контролируемой области позволяет использование в качестве чувствительных элементов гальваномагнитных датчиков, так как благодаря линейности характеристик гальваномагнитных датчиков, устраняется причина возникновения «зон провалов» и обеспечивается неизменность чувствительности к скорости прохождения детектируемого ферромагнитного предмета через зону контроля за счет того, что полоса пропускания гальваномагнитных датчиков находится на уровне нескольких сотен килогерц.

Датчик металлодетектора представляет собой Ш-образный магнитовод (рис. 2), на центральной верхней грани которого расположены 16 элементов Холла.

Продвигаясь к измельчителю, кормомасса проходит через систему формующих валцов. Как правило, металлодетектор закреплен в первом нижнем со стороны подачи технологического продукта формующем валце.

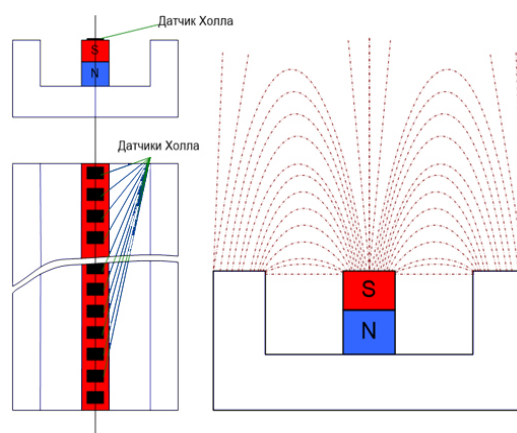


Рис. 2. Расположение элементов Холла в датчике металлодетектора

В создаваемом постоянном магнитном поле располагаются гальваночувствительные элементы, обеспечивающие равномерную чувствительность металлодетектора по всей ширине хода технологического продукта.

При появлении постороннего ферромагнитного тела в зоне действия постоянного магнитного поля изменяется поток, пронизывающий расположенный в соответствующей части магнитной системы гальваномагнитный чувствительный элемент.

В настоящее время нейронные сети являются одним из самых эффективных методов анализа данных. В теории нейронных сетей термин «обучение» был определен Дж. Менделем и Р. Маклареном как процесс, в котором параметры сети настраиваются посредством воздействия, оказываемого средой, в которой находится эта сеть [2].

С помощью программного комплекса были получены записи обучающей выборки (рис. 3), которые используются для проведения вычислительного эксперимента.



Рис. 3. Запись выходных сигналов обрабатывающей схемы при детектировании ферромагнитного предмета

Из графика на рис. 3 видно, что сигналы расположены примерно на одном уровне, но имеются характерные особенности. Причем характер изменений разный. В той части графика, где датчик металлодетектора не срабатывает, имеется характерная закономерность, но после обнаружения металлических (ферромагнитных) предметов она изменяет свое состояние.

При построении обучающейся системы распознавания, по которой выполняется построение решающих правил классификации, применяется обучающая выборка, содержащая данные о значениях признаков распознаваемых объектов и соответствующих этим объектам классах.

В качестве обучающей выборки используются данные с датчика (рис. 4), в которых можно обнаружить моменты попадания в контролируруемую область посторонних металлических (ферромагнитных) предметов.

| | Channel-1 | Channel-2 | Channel-3 | Channel-4 | Channel-5 | Channel-6 | Channel-7 | Channel-8 | Channel-9 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | -0.110172 | 0.175481 | 0.180364 | -0.017395 | 0.224311 | -0.346995 | 0.046083 | -0.332347 | 0.0704978 |
| 0.0010666 | -0.178533 | 0.0607318 | 0.0558489 | -0.110172 | 0.151067 | -0.532548 | -0.046693 | -0.449538 | -0.002746 |
| 0.0021333 | -0.266427 | -0.022278 | -0.051576 | -0.237129 | 0.0704978 | -0.571612 | -0.105289 | -0.55208 | -0.159001 |
| 0.0032 | -0.381176 | -0.134587 | -0.100406 | -0.320139 | -0.017395 | -0.805994 | -0.198065 | -0.63509 | -0.27131 |
| 0.0042666 | -0.449538 | -0.27131 | -0.242012 | -0.42024 | -0.100406 | -0.959807 | -0.300607 | -0.757164 | -0.346995 |
| 0.0053333 | -0.513016 | -0.376293 | -0.361644 | -0.556963 | -0.178533 | -0.993988 | -0.356761 | -0.906095 | -0.517899 |
| 0.0064 | -0.620441 | -0.459304 | -0.410474 | -0.649739 | -0.276193 | -1.16977 | -0.439772 | -1.01352 | -0.63509 |
| 0.0074666 | -0.688803 | -0.600909 | -0.55208 | -0.727866 | -0.376293 | -1.2772 | -0.55208 | -1.11118 | -0.688803 |

Рис. 4. Снимок окна выходных сигналов обрабатывающей схемы при детектировании ферромагнитного предмета

В соответствии с современными тенденциями развития кормоуборочной техники блок управления основными агрегатами и механизмами реализуется на одноплатном компьютере, ресурсы которого задействованы не в полном объеме. Применение

же самообучающихся систем на основе нейронных сетей в перспективе позволит повысить производительность техники за счет увеличения скорости и точности принятия решения.

Литература

1. Карпов, В. А. Металлодетектор для кормоуборочной техники с использованием гальванических элементов / В. А. Карпов, Д. В. Соболев // Электроника инфо : науч.-техн. журн. – 2016. – № 12. – С. 59–61.
2. Mende, J. M. Reinforcement-learning control and pattern recognition systems / J. M. Mendel, R. W. McLaren // Adaptive, Learning and Pattern Recognition Systems: Theory and Applications. – NY : Academic Pres, 1970. – P. 287–318.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ НА БАЗЕ МОНОХРОМАТОРА МДР-6

А. А. Ракицкий

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. И. Кравченко

Спектрометрический комплекс КСВУ-6 был предназначен для измерения спектров поглощения прозрачных веществ. В его состав входят: двойной монохроматор МДР-6 со сменными дифракционными решетками, блок выпрямителей, блок регистрации световых сигналов и т. д. Управление установкой осуществлялось от электронно-вычислительного комплекса ДВК-3, морально устаревшего к настоящему времени.

Для обеспечения работы спектрометрического комплекса была реконструирована электронная схема и создано программное обеспечение для управления и предварительной обработки результатов измерений.

В качестве микроконтроллера для управления экспериментальной установкой мы выбрали Arduino рис. 1 [2]; этот микроконтроллер позволил осуществить управление движением шагового двигателя, проведение измерений аналоговых сигналов и первичную обработку результатов полученных измерений, а также передачу этих данных в ПК.

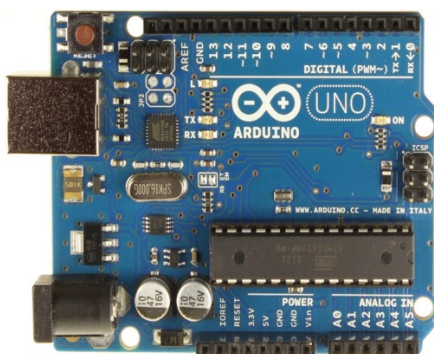


Рис. 1. Фото и технические характеристики используемого (выбранного) микроконтроллера

Технические характеристики используемого контроллера: рабочее напряжение – 5 В; цифровые Входы/Выходы – 14; аналоговые входы – 6; тактовая частота – 16 МГц; USB интерфейс; Язык программирования Си++.

Микроконтроллер на плате программируется при помощи языка Arduino (основан на языке Wiring) и среды разработки Arduino (основана на среде Processing). Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно, либо же взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере (например, Flash, Processing, MaxMSP).

Для этого микроконтроллера мы создали программное обеспечение, которое позволило управлять спектрометрическим комплексом, производить измерения спектров и передавать полученную информацию в ПК. Программное обеспечение представляется в виде трех блоков.

Первый блок представляет собой главную функцию программы. Блок-схема алгоритма показана на рис. 2. С помощью главной функции происходит управление другими функциями (функцией управления движения двигателя, функцией отключения).

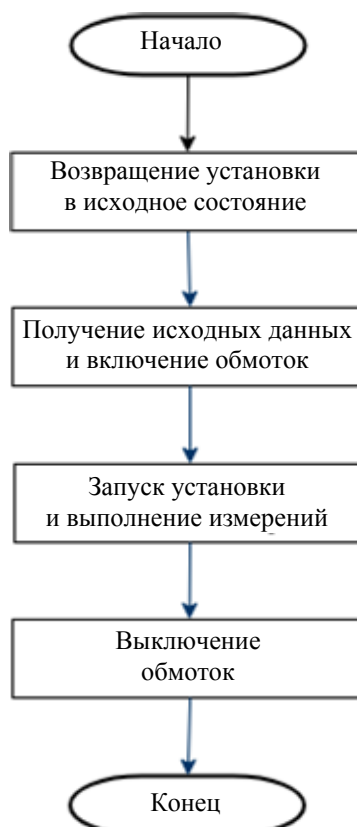


Рис. 2. Алгоритм главной функции программы управления спектрометрическим комплексом

Второй блок – это функция управления измерениями аналоговых сигналов, поступающих на аналоговые входы микроконтроллера Arduino, которой задается количество измерений в точке, задержка между измерениями и т. д. Эта функция работает следующим образом: в цикле выполняется считывание аналогового входа контроллера с указанной задержкой между измерениями и вывод данных на экран.

Третий блок представляет собой функцию управления движения шагового двигателя ШДР-711 [3], который предназначен для изменения угла поворота дифракционных решеток. Входными параметрами этой функции являются направление движения двигателя, количество шагов, которые необходимо пройти, скорость движения, временной интервал между переключением обмоток двигателя. Функция управления движением двигателя работает следующим образом: в цикле выполняется включение и отключение обмоток в необходимой последовательности с заданной скоростью, что необходимо для управления движением двигателя.

С помощью модернизированного нами спектрометрического комплекса проводились измерения спектров излучения источников света, спектров поглощения, флуоресценции, фосфоресценции и определение времени жизни в возбужденном состоянии.

В результате модернизации спектрометрического комплекса КСВУ-6 стало возможным проводить следующие исследования:

- спектров поглощения и люминесценции в диапазоне от 200 до 1200 нм;
- спектров послесвечения люминофоров (100 мкс – 10 с);
- времени жизни в возбужденном состоянии (100 мкс – 10 с);
- спектров излучения источников света в диапазоне от 200 до 1200 нм, с последующей математической обработкой результатов.

Литература

1. Люминесценция / Википедия. Свободная энциклопедия. – 2015. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 19.01.2019.
2. Arduino.ru/Аппаратная платформа Arduino // Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License. – 2015. – Режим доступа: <http://arduino.ru/>. – Дата доступа: 19.01.2019.
3. Шаговый электродвигатель ШДР-711 // Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License. – 2000. – Режим доступа: <http://zenon2000.narod.ru/shdr711.htm>. – Дата доступа: 19.01.2019.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПЯТЕН ИЗНОСА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ШАРОВ

К. В. Рубанов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. С. Богданова

Одной из актуальных проблем в исследовании свойств различных смазочных материалов является оценка микрорельефа пятен износа поверхностей трибосопряжений.

При исследовании качества технических смазок появляется необходимость оценки размера повреждения для сравнения смазок между собой.

Пример входного изображения приведен на рис. 1.

На изображении мы видим фрагмент металлического шарика с повреждением. Пятно, как можно заметить, неровное, отсюда возникает сложность определения точного размера и возрастает актуальность научной работы.

Понятно, что человек без труда определит очертания пятна повреждения, но точно определить его размер у него не получится. Однако даже опытному профессионалу трудно отличить, где – повреждение, а где – высокая интенсивность пикселей из-за освещения.

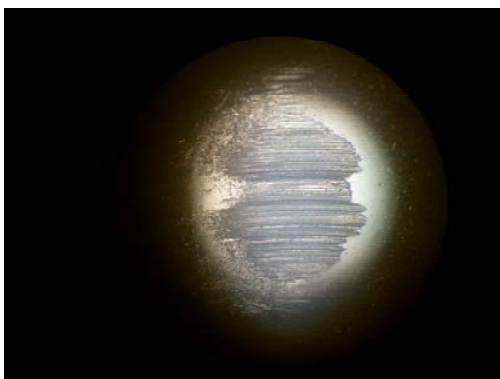


Рис. 1. Пример входного изображения

Еще одна проблема – скорость. Оценка одного пятна занимает несколько минут, а если говорить о нескольких изображениях для одной смазки, то сложность работы возрастает, как и стоимость ее разработки.

С другой стороны, оценка размеров чего-либо – простая задача для машины, чего нельзя сказать об определении границ пятна.

Для данного исследования была выбрана сверточная нейронная сеть с архитектурой U-Net (рис. 2), поскольку она показала высокие результаты в качестве распознавания объектов на соревновании по семантической сегментации.

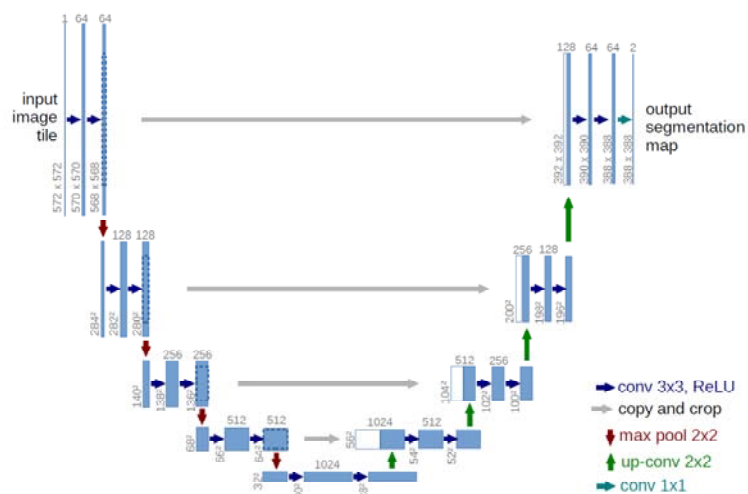


Рис. 2. Схема U-net-сети

Также для обучения подобраны датасет из изображений и масок.

В качестве исходных данных были взяты 18 изображений с поврежденными шариками и 2 изображения – с неповрежденными.

При таком малочисленном наборе обучение было бы крайне малоэффективным, поэтому было принято решение отразить изображения по вертикали и горизонтали. Таким образом, было получено 80 изображений.

Следующая проблема – преобладание поврежденных изображений над неповрежденными примерно в 9 раз. Эта проблема была решена простым копированием недостающих данных.

Маски были созданы вручную, средствами Paint.
Маска для изображения на рис. 1 представлена на рис. 3.



Рис. 3. Маска для изображения на рис. 1

Создание набора данных завершено, необходимо увеличить скорость вычислений, уменьшить нагрузки на машину и повысить точность.

Необходимость в хранении трех каналов изображения отсутствует, поэтому достаточно перевести изображение в черно-белое. Это трехкратно уменьшает нагрузку на память и процессор, как и трехкратно увеличивает скорость вычислений, добавляет гибкость к использованию и неприхотливость к цвету и освещению на изображении.

Уменьшение размера не понадобится, это не увеличит скорость обучения, но сохранит точность итоговых вычислений.

Результат работы сети представлен на рис. 4.

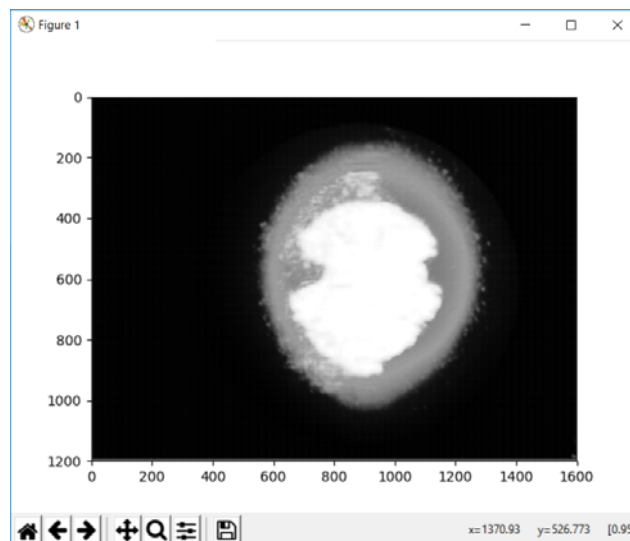


Рис. 4. Результат работы сети

На выделении пятна виден лишний ореол вокруг пятна. Это и есть ошибка полученной нейронной сети. Такая проблема решается фильтрацией изображения по конкретному значению интенсивности или по выбранному проценту.

Также после осмотра картинки с помеченной неповрежденной частью шара заметны некоторые кусочки, которые классифицированы неверно. Эта проблема решается сглаживанием изображения.

Полученные изображения свидетельствуют о классификации изображения с достаточно высокой точностью. В перспективе необходимо провести подсчет пикселей высокой интенсивности и их умножения на масштаб.

В процессе разработки были созданы три приложения: генератор изображений, тренер и обработчик. Обработчику необходимо будет сделать пользовательский интерфейс и добавить численную оценку результата.

Далее готовый обработчик можно внедрять в производство.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ АКТИВНОСТИ

Д. С. Соловьев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Н. Шибeko

В настоящее время занятие планирования личного времени является достаточно важным для современного человека. Правильно распланированный день позволит сэкономить до нескольких часов ценного времени, которое можно потратить на более важные и интересные занятия, чем его проведение в дороге. План действий, который можно отправить товарищу, поможет быстро сориентироваться в незнакомом городе или ситуации, посетить необходимые места без Вашего личного участия. План экскурсии поможет гостю города ознакомиться с местными достопримечательностями и представляющими интерес местами.

Знакомство с некоторыми приложениями, представленными в общем доступе в сети Интернет, показало, что они решают лишь определенный спектр интересующих функций (см. таблицу).

Список приложений и их функций, взятых за основу приложения

| Классификация приложения-прообраза | Название приложений-прообразов | Функционал приложения |
|--|--------------------------------|--|
| Мессенджер | Telegram | Принцип работы |
| Календарь | – | Функция планирования |
| Карты и навигация | Яндекс.Карты, Google Maps | Привязка точек маршрута к данным геолокации и построение маршрута |
| Приложение для планирования маршрута с использованием общественного транспорта | ТранспортВУ | Интерфейс последовательности действий, идея планирования перемещения между точками |

Побудительным мотивом для проектирования и разработки данного приложения стало желание совместить функционал данных приложений воедино и, как следствие, создать удобный инструмент для процедуры временного планирования. Несмотря на то, что приложение будет по своей природе являться симбиозом функций от нескольких приложений, сама идея является уникальной, так как полных аналогов такого решения на данный момент не было найдено.

Разрабатываемое приложение будет основываться на полезной части функционала приложений-прообразов, перечисленных в таблице. Оно будет создаваться как мобильное клиент-серверное приложение под управлением операционной системы Android и иметь принцип работы, схожий с работой мессенджеров: ярко выраженное подразделение на так называемые «каналы-активности» (далее – «каналы»), работа с самим списком каналов (создание своих, редактирование, удаление, подписка, отписка, поиск) и с данными внутри этих каналов.

Регистрация пользователя будет производиться по номеру телефона аналогично регистрации в подавляющем большинстве существующих программных решений для мобильных устройств для обмена сообщениями. После регистрации пользователь увидит окно главного меню, откуда будет доступен функционал работы непосредственно с каналами. Навигация в таком случае не будет предоставлять затруднений при использовании человеком, который будет знаком с любым современным мессенджером, что позволит увеличить охват целевой аудитории приложения.

Каждый канал будет представлять собой некоторого рода активность, план занятий, который благодаря привязке пунктов плана к данным картографии и продумыванию перемещения между этими пунктами выстраивается в определенный маршрут.

Каналы смогут быть публичными и приватными. Публичные смогут быть найдены с помощью поиска по названию или карте, приватные – по приглашению создателя канала. Примеры для случаев использования обоих видов каналов следующие: публичные – экскурсии, инструкции для приезжих; приватные – собственный план активности, помощь человеку (например, обход инстанций для оформления документов).

Канал будет состоять из трех частей, разделенных на вкладки: информация о канале, путь и карта.

Вкладка «информация о канале» (рис. 1) будет показывать различные размещенные автором данные, такие, как название, ссылка и дополнительная информация.

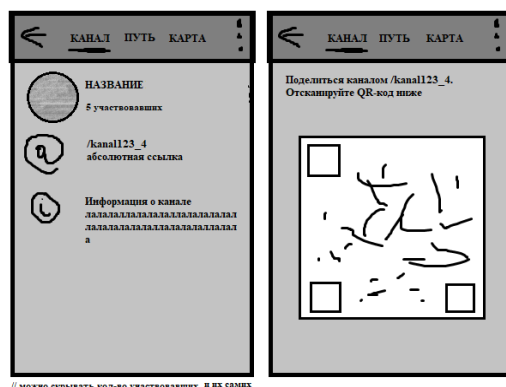


Рис. 1. Эскиз вкладки канала «Информация о канале»

Вкладка «путь» (рис. 2) должна содержать последовательность точек маршрута активности, способы перемещения между этими точками (далее – «событие» или «точка»), прогресс прохождения пути, затрачиваемое время на путь, нахождение на точках активности и активность в целом. В некоторых случаях (если пользователь – автор канала или автор канала разрешил изменения маршрута в локальной копии) на данной вкладке будет возможность редактирования плана активности. Так как каналы при создании позволяют задавать время начала события на точке (например, время встречи или начала концерта), при редактировании, если при смене порядка пользова-

тель не успевает попасть на событие, можно будет увидеть уведомление на соответствующем событии. Также у каналов будет создан функционал учета запаса по времени, что позволит при позволительном отклонении от временного плана не опоздать на события активности. На данной вкладке он будет также отражен.

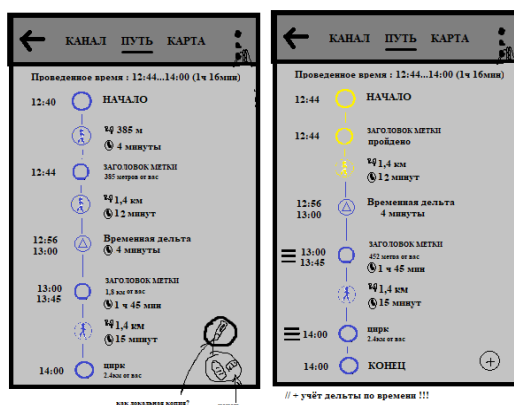


Рис. 2. Эскиз вкладки канала «Путь»

Вкладка «карта» (рис. 3) будет отображать часть данных, находящихся на вкладке «путь», с помощью карты, точек и линий на ней. На данной вкладке можно будет увидеть маршрут активности и отследить свое местоположение, что позволит незнакомому с местностью человеку относительно просто сориентироваться и выполнить маршрут.

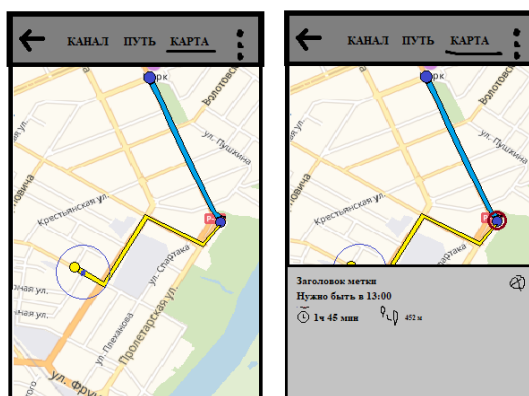


Рис. 3. Эскиз вкладки канала «Карта»

Поставленная задача требует создание непосредственно Android-приложения, работающего по принципу «клиент-сервер», и сервера, хранящего данные и предоставляющего к ним доступ через API (от сокращения Application Programming Interface – программный интерфейс приложения).

На текущем этапе разработки производится анализ программных средств, которые потребуются для создания обеих составляющих данной задачи, а также изучение алгоритмов работы с ними. Параллельно производится проектирование структуры приложения, серверной части, базы данных для хранения информации, уточняются интерфейсы, в частности, графический дизайн.

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ДЛЯ РАБОТЫ С GOOGLE MAPS API**А. К. Ярошенко***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шибeko

Google Maps API Service – сервис, который поможет пользователю в планировании его поездки или путешествия, поможет найти какое-то место, оставить заметки о нем и сохранить его у себя.

Серверная часть приложения разработана на платформе ASP.NET Core. ASP.NET Core является кроссплатформенной, высокопроизводительной средой с открытым исходным кодом для создания современных облачных приложений.

Клиентская часть написана на JavaScript. JavaScript – это язык программирования, разработанный, прежде всего, для интерактивности веб-страниц. Огромный плюс JavaScript в том, что ему не нужно специальное окружение, в любом современном браузере имеется интерпретатор JavaScript, поэтому для работы с JavaScript достаточно лишь браузера.

Одним из плюсов приложения является кэширование маршрутов в базе данных.

В качестве базы данных была выбрана Microsoft SQL Server. Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных (СУБД), разработанная корпорацией Microsoft. Основным используемым языком запросов – Transact-SQL. Используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных баз данных масштаба предприятия.

Для доступа к данным была выбрана ORM Entity Framework Core. Entity Framework представляет специальную объектно-ориентированную технологию на базе фреймворка .NET для работы с данными. Если традиционные средства ADO.NET позволяют создавать подключения, команды и прочие объекты для взаимодействия с базами данных, то Entity Framework представляет собой более высокий уровень абстракции, который позволяет абстрагироваться от самой базы данных и работать с данными независимо от типа хранилища. Если на физическом уровне разработчик оперирует таблицами, индексами, первичными и внешними ключами, то на концептуальном уровне, который предлагает Entity Framework, разработчик работает с объектами.

Для авторизации в приложении используется протокол OAuth 2.0 и сервис auth0.com. OAuth 2.0 – протокол авторизации, позволяющий выдать одному сервису права на доступ к ресурсам пользователя на другом сервисе.

В приложении реализовано 2 режима:

- режим построения маршрута;
- режим поиска места.

В режиме построения маршрута пользователю нужно расставить маркеры на карте и нажать кнопку «Построить маршрут» или «Построить оптимальный маршрут».

При построении оптимального маршрута может измениться порядок промежуточных точек таким образом, что маршрут от точки отправления до точки прибытия будет более оптимальным, что позволит сэкономить время и топливо.

При построении маршрута пользователь сможет увидеть таблицу со всеми точками (маркерами), на которой также указаны приблизительное время пути и расстояние, которое необходимо будет преодолеть.

Внешний вид приложения в режиме построения маршрута изображен на рис. 1.

В режиме поиска места пользователь должен ввести название места или адрес и выбрать из выпадающего списка один из предложенных вариантов.

После выбора места на форме будут отображены данные о нем: название, область, город, улица, телефонный номер и почтовый индекс.

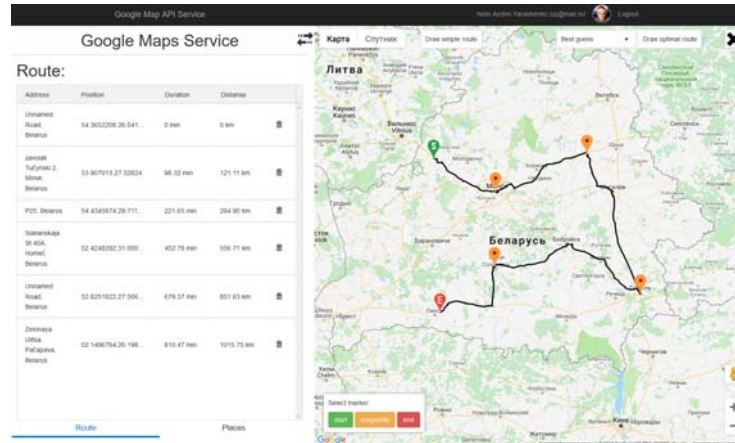


Рис. 1. Режим построения маршрута

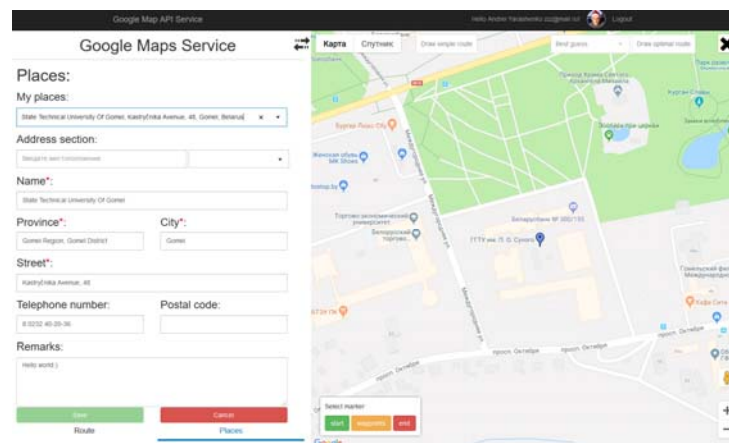


Рис. 2. Режим поиска места

Пользователь может оставить заметки об этом месте и сохранить его. В дальнейшем пользователь всегда сможет найти это место в своих сохраненных записях.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДАТКОВОГО ОБЛІКУ З ПОЗИЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Д. В. Роднєв

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Науковий керівник О. І. Волот

В умовах сьогодення кожен господарюючий суб'єкт, незалежно від форми власності, розміру, та виду діяльності, має потребу в обробці великої кількості інформації за відносно короткий проміжок часу. Все це стало можливим завдяки стрімкому розвитку інформаційних технологій. В той же час, без правильного використання наявних на під-

приємствах ЕОМ та інших засобів обробки інформації неможливо досягти надання повноти, достовірності та своєчасності інформації, якої потребують користувачі.

Організація і ведення податкового обліку з використанням автоматизованих інформаційних систем має цілу низку переваг, в порівнянні з використанням паперових реєстрів обліку. Впровадження спеціалізованого програмного забезпечення в податковому обліку дає змогу значно підвищити оперативність та рівень деталізації, а також сприяє посиленню контролю податкової інформації на всіх стадіях її обробки та складання податкової звітності.

Особливостям автоматизації обробки інформації у податковому обліку приділяли увагу багато науковців, серед яких: О. О. Савчук, Т. П. Фурса, О. В. Шпак, І. М. Щирба, А. М. Шаталов, В. Д. Шквір, Т. А. Писаревська, Ф. Ф. Бутинець та інші.

Наприклад, І. М. Щирба [1] вважає, що у сучасних умовах економічного розвитку податкову звітність розглядають, головним чином, як інформаційну систему, що утворюється з огляду на потреби ринкової інфраструктури, а також є основою для прийняття рішення як платниками податків, так і державними контролюючими органами.

Основні принципи організації податкового обліку в умовах автоматизованої обробки інформації представлені в таблиці.

Принципи організації податкового обліку в умовах автоматизованої обробки інформації

| Принципи | Характеристика |
|------------------------------|--|
| 1. Систематичності | Даний принцип реалізується шляхом постійного відображення операцій, які здійснює підприємство, шляхом складання первинних документів, податкових реєстрів та податкової звітності |
| 2. Ефективності | Передбачає досягнення раціонального співвідношення між витратами на створення АІС ДФС і кінцевим результатом |
| 3. Законності | В процесі здійснення податкового обліку підприємство має дотримуватись встановлених норм законодавчих актів, користуватись своїми правами та виконувати свої обов'язки |
| 4. Точності та достовірності | Інформація, яка відображається у первинних документах, податкових реєстрах та податковій звітності має носити точний та достовірний характер |
| 5. Своєчасності | Полягає в тому, що платники податків мають надавати податкову звітність в установлені цим законом терміни. Якщо цього не відбувається податкові органи отримують можливість самостійно визначити суму податкових зобов'язань платника податків та нарахувати штрафні санкції |
| 6. Сумісності | Передбачає встановлення таких зв'язків між структурними елементами системи, які забезпечували б її сумісність та взаємодію з іншими системами |
| 7. Гнучкості | Система податкового обліку на підприємстві має бути до них готовою та носити гнучкий характер, щоб без додаткових витрат пристосуватися до змін, передбачених законодавчими або нормативно-правовими актами |
| 8. Безпеки даних | Згідно з даним принципом інформація має бути захищеною, повинна бути виключена можливість несанкціонованого доступу, будь-яке порушення в системі має бути виявленим |

Закінчення

| Принципи | Характеристика |
|---|--|
| 9. Інтелектуалізації обробки інформації АІС | Передбачає здійснення інтелектуальних процедур прийняття рішень по вибору оптимальних режимних параметрів вимірювань залежно від ситуації, оптимізацію процедур відповідно до обраних критеріїв |
| 10. Надійності | Програмне і апаратне забезпечення має бути високо надійним. Інформація має бути точною, доступною і надаватись без затримок |
| 11. Пристосування | Заснований на тому, що існуючі інформаційні системи мають бути придатними для модифікації та розширення, навіть при умові повної модифікації системи інформація повинна бути збережена |
| 12. Інтеграції з програмою інформатизації з ДФС | Полягає в тому, що в системі збирання та обробки інформації здійснюється комплексне та багаторазове використання інформації на базі її одноразового введення в систему. Застосовується також єдина база даних, автоматизований банк даних та операційно-пошукова система ДФС і концепція створення міжвідомчої інформаційної системи |

Примітка. Систематизовано автором на основі [2], [3].

Отже, на основі проведеного дослідження можна сказати, що автоматизовані інформаційні системи стали ключовою складовою системи ведення податкового обліку вітчизняних суб'єктів господарювання. Вони повинні включати комплекс технічних засобів, який би забезпечував реалізацію керуючих алгоритмів, зв'язок між системами, простоту вводу первинної інформації, різноманітність виводу результатів обробки, простоту і технологічність технічного обслуговування, сумісність всіх технічних модулів, як на програмному, так і на інформаційному рівнях. Використання сучасних інформаційних технологій в податковому обліку дозволяє досягати його достовірності, чіткості та оперативності.

Література

1. Щирба, М. Т. Облікова політика в системі економічної безпеки підприємства / М. Т. Щирба, І. М. Щирба // Наукові записки. – 2013. – № 1 (42). – С. 47–59.
2. Найдено, А. Е. Податковий облік крізь призму принципів його ведення / А. Е. Найдено // Комунальне господарство міст : науково-технічний збірник ХНАМГ. Серія: економічні науки. – 2009. – № 89. – С. 303–308.
3. Принципи створення і функціонування ІС. – Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_151238_printsipi-stvorennya-i-funktsionuvannya-Is.html.

ЗАГРОЗИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

К. В. Лисак

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Науковий керівник О. І. Волот

В сучасних умовах стрімкого розвитку економіки, кожне підприємство для провадження своєї діяльності використовує певну інформацію. Тому протягом останніх років відбувається стрімкий розвиток інформаційних технологій, які значно спростовують та прискорюють ведення бізнесу. Проте спільно з перевагами розвитку інформаційних технологій, виникають ризики виникнення загроз інформаційним

системам, що робить підприємства вразливими. Тому шляхам реалізації загроз інформаційної безпеки повинна приділятися значна роль.

На сьогоднішній день не існує єдиного визначення поняття «інформаційна безпека», тому вважаємо за доцільне привести й узагальнити окремі трактування сутності та змісту цієї дефініції як економічної категорії (табл. 1)

Таблиця 1

Існуючі підходи до визначення сутності та змісту «інформаційна безпека»

| Автор | Визначення |
|-----------------------|--|
| В. Цимбалюк [12] | Суспільні відносини щодо створення та підтримання на належному (бажаному, можливому) рівні життєдіяльності відповідної інформаційної системи, у тому числі підприємництва |
| О. А. Сороківська [9] | Суспільні відносини щодо створення і підтримання на належному рівні життєдіяльності інформаційної системи суб'єкта господарської діяльності |
| М. Ю. Танцюра [10] | Як відношення рівня інформаційного захисту до рівня інформаційних загроз; сукупність засобів та дій уповноважених осіб спрямованих на захист інформаційних ресурсів та інформаційної інфраструктури даного підприємства в процесі обміну, обробки та зберігання інформації на всіх рівнях інформаційної системи підприємства |
| О. І. Крюков [3] | Суспільні правовідносини щодо процесу організації створення, підтримки, охорони та захисту необхідних для особи (людини чи юридичної особи, установи, підприємства, організації), суспільства і держави безпечних умов їх життєдіяльності; суспільні правовідносини пов'язані з організацією технологій створення, розповсюдження, зберігання та використання інформації (відомостей, даних, знань) для забезпечення функціонування і розвитку інформаційних ресурсів людини, суспільства, держави |
| В. Фурашев [11] | Вид суспільних інформаційних правовідносин щодо створення, підтримки, охорони та захисту бажаних для людини, суспільства і держави безпечних умов життєдіяльності |
| С. Гуцу [2] | Стан захищеності потреб в інформації особи, суспільства й держави, при якому забезпечується їхнє існування та прогресивний розвиток незалежно від наявності внутрішніх і зовнішніх інформаційних загроз |
| О. Литвиненко [5] | Єдність трьох складових: забезпечення захисту інформації; захисту та контролю національного інформаційного простору; забезпечення належного рівня інформаційної достатності |

Примітка. Сформовано авторами на основі джерел.

Отже, інформаційна безпека є складним, системним, багаторівневим явищем, на стан якого впливають зовнішні і внутрішні чинники, зокрема політична обстановка у світі; внутрішньополітична обстановка в державі; стан і рівень інформаційно-комунікаційного розвитку країни тощо.

Оскільки інформаційні системи прямо інтегровані в інформаційні структури сучасного підприємства, засоби захисту повинні враховувати відповідні форми представлення інформації. Це означає, що системи захисту повинні забезпечувати безпеку на рівні інформаційних ресурсів, а не окремих документів, файлів чи повідомлень. Тому інформаційну безпеку підприємства слід розглядати у контексті формування безпечних умов існування інформаційних технологій, які включають питання захисту інформації, побудови ефективної інформаційної інфраструктури, інформаційного ринку та створення безпечних умов існування і розвитку інформаційних процесів. Адже, інформаційний захист є значущою складовою інформаційної системи фінансів та бухгалтерського обліку та становить одну з головних функцій сучасної системи управління суб'єктів господарювання [6].

Для забезпечення інформаційної безпеки підприємству необхідно комплексно підходити до захисту та враховувати всі можливі та наявні комп'ютерні загрози. Інформаційна загроза – сукупність умов, випадкове поєднання обставин і подій або наміри об'єкта впливу щодо реалізації ймовірної небезпеки, яка несе деструктивний інформаційний вплив на особистість, суспільство, державу [1].

В науковій літературі зустрічаються різні підходи, щодо класифікації загроз інформаційної безпеки. Проте можна виділити шість основних загроз інформаційній безпеці: розкриття конфіденційної інформації; знищення та спотворення інформації; злом (неправомірне) втручання в роботу; виведення комп'ютерних систем із ладу, зниження їх працездатності; перевищення повноважень непривілейованих користувачів; відмова від авторства та трансакцій [13].

Окремо варто виділити загрози, пов'язані з навмисними помилками, що виникають за межами бізнесу. До таких загроз відносять [7]: несанкціонований доступ до інформації, що зберігається в системі; заперечення дій, пов'язаних із маніпулюванням інформацією; введення в програмні продукти і проекти «логічних бомб», які спрацюють за виконання певних умов або після закінчення певного періоду часу і частково або повністю виводять з ладу комп'ютерну систему; розроблення і поширення комп'ютерних вірусів та інші.

В табл. 2 наведено методи захисту інформації, які умовно можна поділити на декілька груп.

Таблиця 2

Методи захисту інформації

| Метод | Зміст |
|----------------|--|
| Правовий | Сукупність законів, які регулюють відносини та визначають відповідальність осіб з приводу використання інформації в діяльності підприємства |
| Апаратний | різні електронні, електронно-механічні та інші пристрої, які вмонтовуються в серійні блоки електронних систем обробки і передачі даних для внутрішнього захисту засобів обчислювальної техніки: терміналів, пристроїв введення та виведення даних, процесорів, ліній зв'язку |
| Організаційний | Полягає в забезпеченні збереженні конфіденційної інформації підприємства, шляхом формування корпоративної системи захисту |
| Фізичний | Засоби, які необхідні для зовнішнього захисту обчислювальної техніки, території та об'єкту |

| Метод | Зміст |
|------------|---|
| Програмний | вмонтовані до складу програмного забезпечення системи, необхідні для виконання логічних та інтелектуальних функцій захисту. Можуть входити в стандартний набір поставки програмного продукту або бути розробленим підприємством індивідуально |

Примітка. Систематизовано авторами на основі джерел [4], [8].

Отже, в сучасних умовах стрімкого розвитку значно зростає важливість використання інформаційних технологій, тому питання забезпечення інформаційної безпеки є надзвичайно важливим. Для цього необхідно застосовувати комплексну систему заходів захисту, що полягає в постійному нагляді за джерелами загроз та необхідністю здійснювати захист інформаційних технологій різними способами. Забезпечення інформаційної безпеки повинно розглядатися підприємством як важливий елемент управління процесу управління підприємством.

Література

1. Автоматизація виявлення та протидії інформаційним загрозам у мережі Інтернет / Р. В. Гришук [та інш.] // Наукоємні технології. – 2018. – № 2. – С. 158–165.
2. Гуцу, С. Ф. Правові основи інформаційної діяльності: навчальний посібник / С. Ф. Гуцу. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 48 с.
3. Крюков О. І. Інформаційна безпека держави в умовах глобалізації / О. І. Крюков // Державне будівництво. – 2007. – № 2. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeVu_2007_2_1.
4. Легомінова, С. В. Теоретичні засади інформаційної безпеки підприємства / С. В. Легомінова // Економіка. Менеджмент. Бізнес. – 2015. – № 3. – С. 87–92.
5. Литвиненко, О. В. Проблеми забезпечення інформаційної безпеки в пострадянських країнах (на прикладі України та Росії) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. політ. наук: спец. 23.00.04. / О. В. Литвиненко. – К., 1997. – 18 с.
6. Проблеми інформаційної безпеки суб'єктів господарювання в Україні та можливі шляхи їх вирішення в сучасних умовах / Т. В. Микитенко [та інш.] // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2016. – № 2. – С. 24–31.
7. Нехай, В. А. Інформаційна безпека як складова економічної безпеки підприємств / В. А. Нехай, В. В. Нехай // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. – 2017. – Вип. 24 (2). – С. 137–140.
8. Северина, С. В. Інформаційна безпека та методи захисту інформації / С. В. Северина // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. – 2016. – № 1. – С. 155–161.
9. Сороківська, О. А. Інформаційна безпека підприємства: нові загрози та перспективи / О. А. Сороківська, В. Л. Гевко // Вісн. Хмельницьк. нац. ун-ту. Сер.: Екон. науки. – 2010. – № 2. – Т. 2. – С. 32–35.
10. Танцюра, М. Ю. Забезпечення ефективності системи інформаційного забезпечення підприємства (на прикладі туристичних підприємств АР Крим) : автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. екон. наук: 08.00.04 / М. Ю. Танцюра. – Сімферополь, 2012. – 21 с.
11. Фурашев, В. М. Питання законодавчого визначення понятійно-категорійного апарату у сфері інформаційної безпеки / В. М. Фурашев // Інформація і право : науковий журнал. – 2012. – № 1 (4). – С. 46–56.
12. Цимбалюк, В. Інформаційна безпека підприємницької діяльності, визначення сутності та змісту поняття за умов входження України до інформаційного суспільства (глобальної кіберцивілізації) / В. Цимбалюк // Підприємництво, господарство і право. – 2004. – № 3. – С. 88–91.
13. Черевко, О. В. Теоретичні засади поняття інформаційної безпеки та класифікація загроз системі інформаційного захисту / О. В. Черевко // Ефективна економіка. – 2014. – № 5. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3304>.

РАЗРАБОТКА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ РЕАЛЬНОМУ ОБЪЕКТУ МОДЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ MATLAB

А. В. Синюков

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,
Российская федерация

Научный руководитель Т. В. Синюкова

Целью исследования является получение модели двигателя постоянного тока, соответствующей реальному двигателю.

Методика проведения исследования: компьютерное моделирование.

Для построения модели, соответствующей реальной, необходимо произвести расчет параметров регулятора, что становится возможным после построения модели ДПТ и определения ее характеристик. В Simulink предоставлена стандартная модель ДПТ, содержащая электрическую и механическую части. Для построения реалистичной модели необходимо ввести в механическую часть системы редуктор – *Gear Box*; элемент, имитирующий трение, – *Rotational Friction*; элемент, имитирующий установленную на выходном валу инерционную нагрузку, – *Inertia*; элемент, измеряющий скорость вращения вала двигателя и его положение, – *Ideal Rotational Motion Sensor*. В электрической части модели собран H-мост, генератор ШИМ напряжения. Модель ДПТ в Simulink приведена на рис. 1 [1], [2].

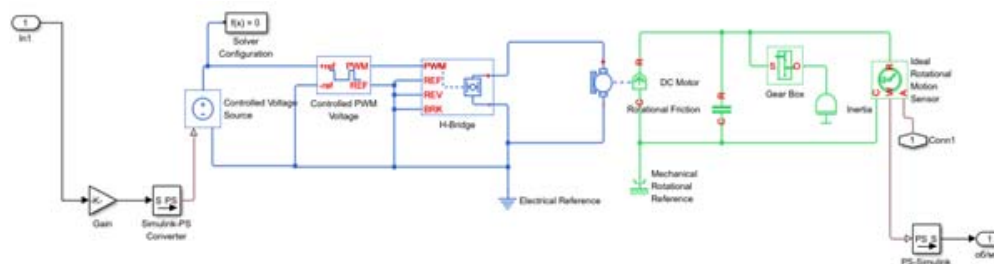


Рис. 1. Модель ДПТ

После подбора параметров была построена система, имитирующая реальные испытания. На следующем этапе необходимо произвести проверку соответствия поведения модели реальным данным, для этого была разработана в Simulink модель, представленная на рис. 2.

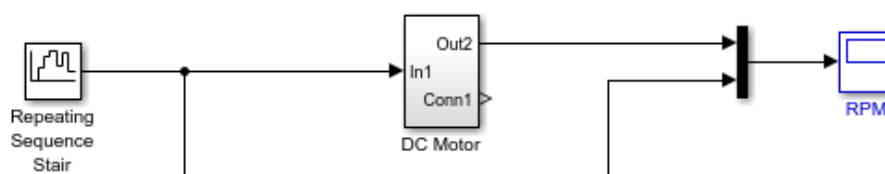


Рис. 2. Модель Simulink для определения параметров модели ДПТ

В окне настроек параметров модели ДПТ необходимо ввести все известные параметры реального двигателя (рис. 3). Вводим значения момента инерции нагрузки на выходном валу и значение трения. Если какие-то параметры объекта неизвестны,

их можно подобрать вручную или воспользоваться блоком *Parameter Estimation*, расположенным во вкладке *Analysis*. Для этого после запуска блока в него загружаются данные, снятые с реального ДПТ, и выбирается список параметров, которые необходимо подобрать, с указанием пределов их изменения. После подбора оптимальных параметров модели графики симуляции модели и данные от реального двигателя практически совпадают, это означает, что параметры модели подобраны оптимально.

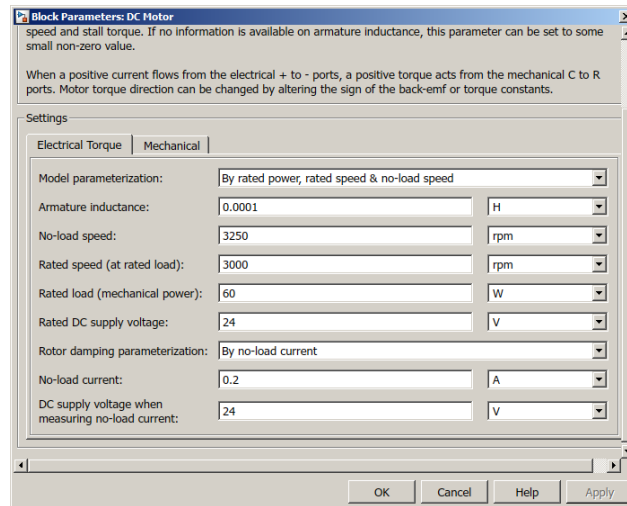


Рис. 3. Окно ввода параметров ДПТ

Введем в нашу модель ПИ-регулятор и обратную связь. Также добавим блок *Check Step Response Optimization* и блок *Step*. Схема модели в Simulink представлена на рис. 4.

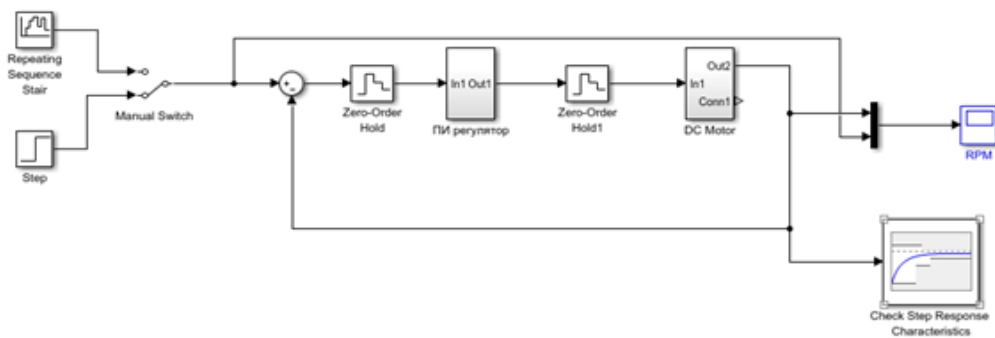


Рис. 4. Модель с ПИ-регулятором скорости

Для нахождения оптимальных коэффициентов K_p и K_i воспользуемся модулем *Check Step Response Optimization*. Установим желаемые параметры переходного процесса и запустим процесс оптимизации. В результате получим следующие значения: $K_p = 4,0838$; $K_i = 0,0984$.

Введем ПИ-регулятор с полученными настройками в модель, предназначенную для работы с реальным ДПТ. Результатом будет схема, приведенная на рис. 5.

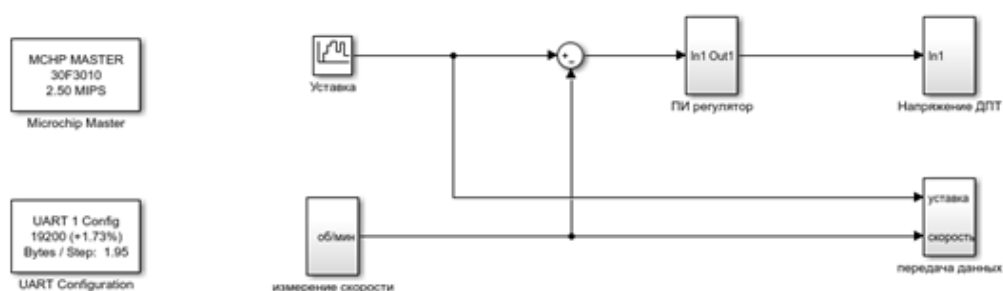


Рис. 5. Модель ПИ-регулятора скорости для контроллера

Сгенерируем *C* код и прошьем микроконтроллер. Запустим реальный ДПТ и снимем скоростные характеристики его работы. После получения и обработки данных получим график, изображенный на рис. 6.

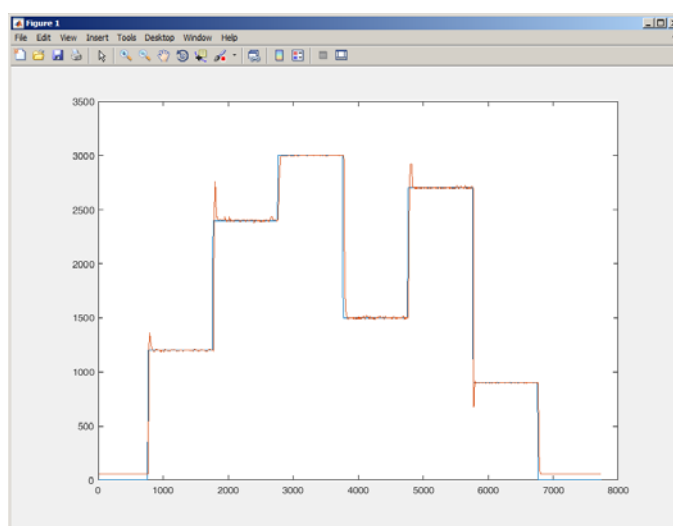


Рис. 6. Скоростные характеристики реального ДПТ с ПИ-регулятором скорости

Как видно из графиков, работа реального ДПТ с регулятором полностью совпадает с результатами моделирования в Simulink.

Таким образом, среда имитационного моделирования MATLAB позволяет создать качественные модели реальных объектов, включающих в себя весь возможный набор характеристик (механические, электрические и т. д.), определить неизвестные параметры объекта по его реальным характеристикам, осуществить подбор оптимальных характеристик системы управления для заданных условий.

Литература

1. Синюкова, Т. В. Моделирование режимов работы двигателя постоянного тока / Т. В. Синюкова, А. В. Синюков // Летняя школа молодых ученых ЛГТУ – 2017 : сб. науч. тр. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов / Липец. гос. техн. ун-т. – Липецк, 2018. – С. 50–54.
2. Сенцов, Е. В. Применение программного пакета MATLAB Simulink в рамках исследования различных систем электропривода / Е. В. Сенцов, П. Н. Левин // Автоматизация и информатика. Тенденции развития современной науки : материалы науч. конф. студентов и аспирантов / Липец. гос. техн. ун-т. – Липецк, 2018. – С. 146–158.

СЕКЦИЯ IX ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К УСТАНОВЛЕНИЮ АПРИОРНОЙ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЯ

Т. Ж. Агзамов

Джизакский государственный педагогический институт, Узбекистан

Х. Х. Жабборов

Джизакский политехнический институт, Узбекистан

Пусть R – класс всех ограниченных, неотрицательных действительных функций $u(t, x)$, определенных для $0 \leq t \leq T$, так, что $\lim_{n \rightarrow 0} \varphi(t+n) \leq \varphi(t)$ для $0 \leq t \leq T$. Если $\varphi(t)$ – любая действительная функция, определенная для $0 < t \leq T$, то определим $\bar{\varphi}'(t) = \lim_{n \rightarrow +0} \frac{1}{n} (\varphi(t) - \varphi(t-n))$. Наконец, мы будем говорить, что функция $\psi(\varphi, t)$, определенная и непрерывная для $0 \leq t \leq T$, $0 \leq \varphi < +\infty$, принадлежит классу Γ , если функция $\varphi(t) \equiv 0$ является единственной функцией из класса R , удовлетворяющей условиям:

$$\bar{\varphi}'(t) \leq \psi(\varphi, t), \quad 0 < t \leq T;$$

$$\varphi(0) = 0.$$

Прежде чем утверждать результат, сформулируем гипотезу (Γ): предположим, что для всех $(x, t) \in \bar{U}_T$, всех u, v, u_x с

$$u > v, |u|, |v|, |u_x| \leq M;$$

$$F(x, t, u, u_x) - F(x, t, v, v_x) \leq \psi(u - v, t);$$

$$|A_{ij}(x, t, u, u_x) - A_{ij}(x, t, v, v_x)| \leq \psi(u - v, t), \quad i, j = \overline{1, n},$$

где для любых $K, M > 0$, функция $K\psi(\varphi, t) \in \Gamma$, также предположим, что F и A_{ij} являются непрерывными по u_x, v_x , и эта непрерывность равномерна для $x \in \bar{G}$ и для t, u , и u_x, v_x из компактного множества ζ . Предположим также, что A_{ij} равномерно ограничено для $x \in \bar{G}$ и для t, u и u_x, v_x из компактного множества.

Теорема I. Пусть u и v функции из $C^{2,1}(U_T)$, удовлетворяющие неравенствам:

$$u_t - \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x, t, u, u_x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} \leq F(x, t, u, u_x);$$

$$v_t - \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x,t,v,v_x) \frac{\partial^2 v}{\partial x_i \partial x_j} \geq F(x,t,v,v_x),$$

такие, что $u(x,0) \leq v(x,0)$ для $x \in G$ и для каждого $t \in (0, T]$, в каждой точке $x \in \partial G$ будем иметь или $u(x,t) \leq v(x,t)$, или $u_\xi(x,t) \leq v_\xi(x,t)$, где $\xi = \xi(x,t)$ – заданное внешнее поле. Кроме того, предположим, что имеет место гипотеза (Γ), что u и v ограничены в U_T и что, наконец, либо u , либо v имеет первую и вторую производные по x , которые ограничены в U_T . Тогда $u(x,t) \leq v(x,t)$ в $\bar{U}_T = \bar{G} \times (0, T]$.

Доказательство. Запишем $W(x,t) = u(x,t) - v(x,t)$, тогда

$$W_t(x,t) \leq \sum_{i,j=1}^n \left[A_{ij}(x,t,u,u_x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} - A_{ij}(x,t,v,v_x) \frac{\partial^2 v}{\partial x_i \partial x_j} + F(x,t,u,u_x) - F(x,t,v,v_x) \right].$$

Предположим для определенности, что v имеет ограниченные производные, тогда можем переписать неравенство

$$\begin{aligned} W_t \leq L_u[W] + \sum_{i,j=1}^n [A_{ij}(x,t,u,u_x) - A_{ij}(x,t,v,v_x) + F(x,t,u,u_x) - F(x,t,v,v_x)] \leq L_u[W] + \\ + K' \sum_{i,j=1}^n \left\{ |A_{ij}(x,t,u,u_x) - A_{ij}(x,t,v,v_x)| + |A_{ij}(x,t,u,u_x) - A_{ij}(x,t,v,v_x)| \right\} + \\ + F(x,t,u,u_x) - F(x,t,u,v_x) + F(x,t,u,v_x) - F(x,t,v,v_x), \end{aligned} \quad (1)$$

где $L_u[W] = \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x,t,u,u_x) \frac{\partial^2 W}{\partial x_i \partial x_j}$.

Рассмотрим функцию $\varphi(t) = \max(\text{Sup}_{x \in \bar{G}} w(x,t), 0)$. Очевидно, $\varphi(0) = 0$; если мы покажем, что φ удовлетворяет неравенству

$$\bar{\varphi}'(t) \leq k\psi_M(\varphi(t), t), \quad (2)$$

где $k \in M > 0$, а также, что $\varphi \in R$, то это нам дает возможность, что $\varphi \equiv 0$ и, следовательно, теорема будет доказана.

Предположим, что G ограничена. Тогда $\varphi \in R$, так как φ фактически непрерывна в $[0, T]$. Для любого $t > 0$, если $\varphi(t) = 0$, то имеет место для любых $k, M > 0$, так как фактически $\bar{\varphi}'(t) \leq 0$. Если $\varphi(t) > 0$, то существует $x_0 \in \bar{G}$ такое, что $w(x_0, t) = \varphi(t)$. Так как $w(x_0, t-h) \leq \varphi(t-h)$ для $h > 0$, видно, что

$$\bar{\varphi}'(t) \leq \lim_{h \rightarrow +0} \frac{w(x_0, t) - w(x_0, t-h)}{h} = \frac{\partial w}{\partial t}(x_0, t).$$

Если нам удастся показать это в точке (x_0, t) , то должны иметь:

- а) $w_x = 0$, т. е. $u_x = v_x$;
- б) $L_u[w] \leq 0$,

тогда из (1) будет следовать (2), если μ выбрать так, что

$$\text{Sup}_{U_T} |U| \leq \mu, \quad \text{Sup}_{U_T} |U_x| \leq \mu, \quad \text{Sup}_{U_T} |V_x| \leq \mu,$$

а $k = n^2 k' + 1$. Но, если x_0 – внутренняя точка \bar{G} , то а) и б) следует из принципа максимума, так как x_0 является максимальной точкой для w , а L_u – является эллиптическим в окрестности x_0 . Если $x_0 \in \partial G$, то, так как $w(x_0, t) = \varphi(t) > 0$, мы должны иметь $w_\xi(x_0, t) \leq 0$. С другой стороны, x_0 – максимальная точка для w в \bar{G} ; $w_x(x_0, t_0)$ является вектором, направленным по направлению внешней нормали к $\partial \bar{G}$ в x_0 . Таким образом, $w_x(x_0, t_0) = 0$, иначе мы должны были иметь $w_\xi(x_0, t) > 0$, так как ξ является внешним направленным. Если $L_u[w] > 0$ в (x_0, t_0) то $L_u[w] > 0$ в окрестности x_0 в \bar{G} , следовательно, по распространению принципа максимума на эллиптический оператор было бы $w_x(x_0, t) \neq 0$. Таким образом, б) также следует.

В случае неограниченной G для $\varepsilon > 0$, аппроксимируем:

$$w_\varepsilon(x, t) = w(x, t) - \varepsilon r(x); \quad \varphi_\varepsilon(t) = \max_{x \in \bar{G}} (\text{Sup}_{x \in \bar{G}} w_\varepsilon(x, t), 0).$$

В силу гипотезы (Г) в конечном итоге получим неравенство

$$\varphi(t_2) - \varphi(t_1) \leq N(t_2 - t_1),$$

в качестве N можно взять:

$$k \text{Sup} \psi_\mu(\varphi(t), t) \rightarrow k \psi_\mu(\varphi(t_2), t_2),$$

когда t_1 стремится к t_2 снизу. Отсюда получим (2).

В случае $v_{x_j} = 0$, $i, j = \overline{0, n}$ мы можем отбросить все гипотезы (Г), относящиеся к A_{ij} , за исключением равномерной ограниченности.

Чтобы увидеть, что теорема действительно использована к применению критерия устойчивости к установлению априорной оценки решения, можно рассматривать решение уравнения

$$\frac{du}{dt} = f(t, u)$$

как решение уравнения

$$u_t - \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x, t, u, u_x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} = F(x, t, u, u_x)$$

с $F(x, t, u, u_x) \equiv f(t, u)$.

Литература

1. Олейник, О. А. Квазилинейные параболические уравнения второго порядка со многими независимыми переменными / О. А. Олейник, С. Н. Кружков // Успехи мат. наук. – 1961. – Т. 16, вып. 5. – С. 115–155.
2. Ладыженская, О. А. Обзор результатов по разрешимости краевых задач для эллиптических и параболических квазилинейных уравнений второго порядка, имеющих неограниченные особенности / О. А. Ладыженская, Н. Н. Уральцева // Успехи мат. наук. – 1986. – Т. 41, вып. 5. – С. 59–83.

**РАСЧЕТ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ
МАЯТНИКА И ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ПОЛЗУНА
МЕТОДОМ ДАЛАМБЕРА–ЛАГРАНЖА**

В. В. Беган

*Витебский государственный технологический университет,
Республика Беларусь*

Научный руководитель А. В. Локтионов

Для определения малых колебаний маятника (рис. 1) и уравнения движения ползуна (рис. 2) можно применить принцип Даламбера–Лагранжа.

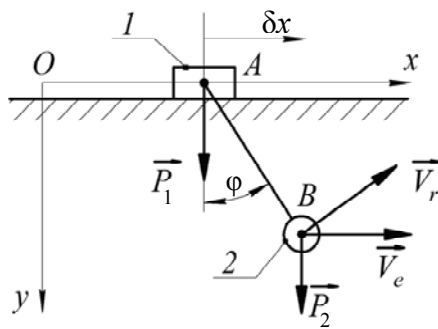


Рис. 1. Расчетная схема движения эллиптического маятника

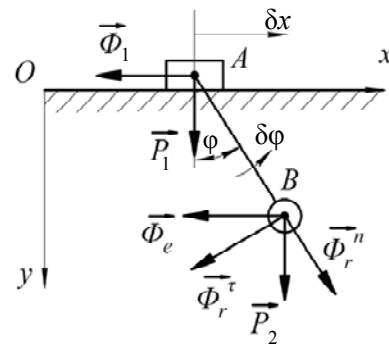


Рис. 2. Расчетная схема движения ползуна эллиптического маятника

К действующим силам \vec{P}_1 и \vec{P}_2 присоединим силы инерции ползуна A в поступательном движении и маятника B – в сложном движении.

Значение силы инерции ползуна A :

$$\Phi_1 = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g} \ddot{x}.$$

Сила инерции маятника B :

$$\vec{\Phi}_B = -m_2 \vec{a}_B = -\frac{P_2}{g} (\vec{a}_e + \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_K).$$

Тогда значение переносной силы инерции:

$$\Phi_e = \frac{P_2}{g} a_e = \frac{P_2}{g} \ddot{x}.$$

Касательная составляющая силы инерции в относительном движении:

$$\Phi_r^{\tau} = m_2 a_r^{\tau} = \frac{P_2}{g} l \ddot{\varphi}.$$

Нормальная составляющая силы инерции маятника B в относительном движении:

$$\Phi_r^n = m_2 a_r^n = \frac{P_2}{g} l^2 \dot{\varphi}^2.$$

Ускорение Кориолиса равно нулю.

Независимыми координатами, определяющими положение данной системы, являются перемещение x ползуна A и угол поворота φ . Зададим два возможных перемещения δx и $\delta \varphi$, направленных в сторону возрастания координат x и φ .

Составим дифференциальное уравнение движения системы, соответствующее приращению координаты x , при этом $\delta x \neq 0$, $\delta \varphi = 0$.

Получим общее уравнение динамики:

$$\left(-\Phi_1 - \Phi_e - \Phi_r^{\tau} \cos \varphi + \Phi_r^n \sin \varphi\right) \delta x = 0.$$

Так как $\delta x \neq 0$, приравняем нулю выражение, стоящее в скобках. Подставив значения сил инерции, получим:

$$-\frac{P_1 + P_2}{g} \ddot{x} - \frac{P_2}{l} \ddot{\varphi} \cos \varphi + \frac{P_2}{g} l \dot{\varphi}^2 \sin \varphi = 0. \quad (1)$$

Составим дифференциальное уравнение движения системы, соответствующее приращению координаты φ , при этом $\delta x \neq 0$, $\delta \varphi = 0$. Тогда общее уравнение динамики примет вид

$$-\left(\Phi_e l \cos \varphi + \Phi_r^{\tau} l + P_2 l \sin \varphi\right) \delta \varphi = 0.$$

Полагая в этом выражении $\delta x \neq 0$ и подставляя значения сил инерции, приравняем нулю выражение, стоящее в скобках:

$$\frac{P_2}{g} l \ddot{x} \cos \varphi - \frac{P_2}{l} l^2 \ddot{\varphi} + P_2 l \sin \varphi = 0. \quad (2)$$

Считая колебания малыми, полагаем, что $\cos \varphi \approx 1$; $\sin \varphi \approx \varphi$. Пренебрегая величинами второго порядка малости, уравнения (1) и (2) приведем к виду

$$\frac{P_1 + P_2}{g} \ddot{x} + \frac{P_2}{l} \ddot{\varphi} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{P_2}{g} l \ddot{x} + \frac{P_2}{g} l^2 \ddot{\varphi} + P_2 \varphi = 0.$$

Используя дифференциальные уравнения малых колебаний системы с двумя степенями свободы применительно к эллиптическому маятнику, получим:

$$k^2 = \frac{(P_1 + P_2)g}{P_1 l}. \quad (4)$$

Представим систему уравнений (3) в виде

$$\ddot{x} = -\frac{P_2 l}{P_1 + P_2} \ddot{\varphi}; \quad (5)$$

$$\ddot{x} + l\dot{\varphi} + g\varphi = 0. \quad (6)$$

Подставив значение \ddot{x} в уравнение (6), получим:

$$\frac{P_1 l}{P_1 + P_2} \ddot{\varphi} + g\varphi = 0,$$

или

$$\ddot{\varphi} + k^2 \varphi = 0, \quad (7)$$

где $k^2 = \frac{(P_1 + P_2)g}{P_1 l}$.

Полученное значение k^2 соответствует значению (4), полученному с помощью уравнения частот.

Представим общее решение дифференциального уравнения (7) в виде

$$\varphi = C_1 \cos kt + C_2 \sin kt. \quad (8)$$

Уравнение, определяющее угловую скорость, имеет вид

$$\dot{\varphi} = -C_1 k \sin kt + C_2 k \cos kt. \quad (9)$$

Начальные условия: при $t_0 = 0$, $\varphi_0 = 0$; $\dot{\varphi}_0 = \omega_0$. Подставляя начальные условия в уравнения (8) и (9), найдем значения коэффициентов C_1 и C_2 . Получим:

$$C_1 = 0, C_2 = \frac{\omega_0}{k} = \omega_0 \sqrt{\frac{P_1 l}{(P_1 + P_2)g}}.$$

Уравнение малых колебаний маятника будет иметь вид

$$\varphi = \frac{\omega_0}{k} \sin kt, \quad (10)$$

или

$$\varphi = \omega_0 \sqrt{\frac{P_1 l}{(P_1 + P_2)g}} \sin \sqrt{\frac{(P_1 + P_2)g}{P_1 l}} t. \quad (11)$$

Продифференцировав дважды уравнение (11), имеем:

$$\ddot{\phi} = -\omega_0 k \sin kt.$$

Тогда уравнение (5) примет вид

$$\ddot{x} = \frac{P_2 l \omega_0}{P_1 + P_2} k \sin kt.$$

Проинтегрировав дважды это уравнение, определим уравнение движения ползуна:

$$x = x_0 + \frac{P_2 l \omega_0}{P_1 + P_2} \left(t - \sqrt{\frac{P_1 l}{(P_1 + P_2) g}} \sin \sqrt{\frac{(P_1 + P_2) g}{P_1 l}} t \right). \quad (12)$$

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ПОРИСТОСТЬ

А. А. Гневашев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. Т. Бельский

Нанесение покрытий методами обработки металлов давлением представляет собой определенный интерес до настоящего времени. Учитывая, что волочение является высокопроизводительным процессом, была разработана технология нанесения защитных покрытий на длинномерное изделие в процессе волочения с использованием порошков металлов.

Нанесение защитного слоя происходило в узле формирования покрытия, схема конструкции которого представлена на рис. 1.

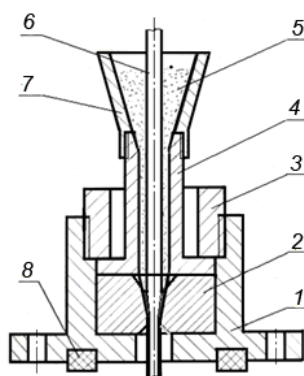


Рис. 1. Схема конструкции узла формирования покрытия

Узел формирования покрытия из металлического порошка состоит из фланца 1, внутри которого расположен волочильный инструмент 2. К нему с помощью гайки 3 прижимается напорная трубка 4. Для улучшения поступления порошка металла покрытия 5 в зазор между напорной трубкой и покрываемым длинномерным изделием 6 с помощью резьбы устанавливали воронку 7. На опорной поверхности фланца 1 выполнялся кольцевой паз, в котором размещалось кольцо 8 из вакуумной резины,

обеспечивающее герметизацию при формировании покрытия из металлического порошка в вакуумной камере.

К волочильному инструменту относятся волокна, которые могут иметь одну из следующих форм рабочей зоны: коническую, радиальную выпуклую, радиальную вогнутую и сигмоидальную формы.

Изучая литературные источники по применению волок с различными формами рабочей зоны деформации, можно сделать следующие выводы:

1) при применении волокна с радиальной выпуклой формой рабочей зоны наблюдается увеличение отгона смазочного материала из-за увеличения угла у входа;

2) у волокна, имеющей радиальную вогнутую форму рабочей зоны, наблюдается увеличение воздействия сил трения на стенки канала, что приводит к его быстрому изнашиванию;

3) волокна с сигмоидальной формой рабочей зоны не имеют существенных преимуществ по сравнению с волокнами других профилей, а также возникают трудности при ее изготовлении;

4) наибольшее распространение при волочении проволоки получили волокна с конической формой рабочей зоны [1].

Поэтому для формирования покрытий из металлического порошка на проволоке в процессе ее волочения была выбрана проволока с конической формой рабочей зоны.

Одним из показателей защитного покрытия является его пористость [2]. Количество пор и их размеры зависят от различных факторов, среди которых можно указать толщину покрытия, способ его получения и т. д.

Поры в покрытии могут быть сквозные, т. е. доходящие до основного металла, или замкнутые. Могут иметь разнообразную форму и значительно отличаться по своим размерам. Однако размеры пор малы, измеряются в микронах и их наличие внешним осмотром невооруженным глазом обнаружить не удастся.

Существует несколько методов определения пористости защитных покрытий, но наиболее простыми и распространенными методами являются коррозионные методы, заключающиеся в том, что производят обработку образца раствором, который не действует на металл покрытия, а взаимодействует через поры с металлом основы. В результате на поверхности покрытия образуются точки коррозии, по которым и судят о пористости покрытия.

Для определения пористости защитного покрытия, полученного из металлического порошка в процессе волочения проволоки, была изготовлена экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 2.

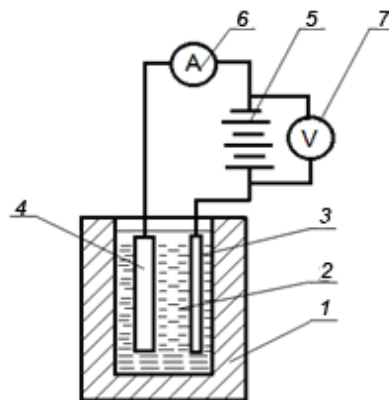


Рис. 2. Схема установки для определения пористости покрытия

Данная установка состоит из ванночки 1, заполненной электролитом 2. Испытуемый образец 3 помещали в раствор электролита в качестве анода, а роль катода выполняла свинцовая пластина 4. С помощью источника постоянного тока 5 поддерживали требуемую плотность тока в цепи. Значения электрического тока и напряжения в цепи измеряли с помощью миллиамперметра 6 и вольтметра 7.

Проверке на пористость подвергались образцы с защитным покрытием из металлического порошка, которые были получены при различной скорости волочения, степени деформации и дисперсности металлического порошка. Толщина защитного слоя при этом имела различное значение.

Также проверку на пористость проходили образцы с покрытием из порошка олова марки ПО2 на медной проволоке марки М1, полученные при различных степенях деформации. Формирование защитного покрытия осуществлялось на медную проволоку с исходным диаметром 4,10 мм. Степень деформации в процессе нанесения покрытия изменяли за счет применения волочильного инструмента с различными диаметрами калибрующей зоны, который изменялся от 3,95 до 3,6 мм.

Определение наличия сквозных пор в оловянном покрытии на медной проволоке осуществляли с помощью железосинеродистого калия, который, реагируя с ионами меди, образует железосинеродистую медь.

Электролит, в который в качестве анода помещали испытуемый образец, был приготовлен из железосинеродистого калия и кристаллического сернокислого натрия из расчета по 10 г каждого на 1 л раствора.

Электролиз вели в первом случае в течение 5 мин, а во втором случае – в течение 10 мин. При этом ток в цепи составлял 120 мА, а анодная плотность тока была равна в данном эксперименте 0,5 А/дм².

После того, как образцы промыли и высушили, при визуальном осмотре образцов красно-бурых точек, которые указывали бы наличие сквозных пор во всех образцах с защитным оловянным покрытием, полученным при различных обжатиях, не было обнаружено.

Проверку на наличие сквозных пор также проводили для защитного покрытия из порошка цинка на стальной проволоке марки СтЗ.

Порошок цинка получали путем распыления расплава цинка марки Ц2 с помощью ультразвука. Форма частиц порошка в данном случае была близкой к сферической форме. Разделение порошка на фракции осуществляли путем просеивания порошка через набор сит, установленных в порядке убывания размера ячейки сверху вниз.

Для формирования защитного покрытия использовали цинковый порошок, дисперсность которого составляла $-100 + 56$ мкм. Нанесение покрытия осуществляли в процессе волочения со скоростью 0,106 м/с на стальную проволоку с исходным диаметром 3,50 мм. Диаметр калибрующей зоны волокна в процессе эксперимента изменялся от 3,40 до 3,00 мм.

Для определения наличия сквозных пор, как и в предыдущем случае, использовали электрохимический метод. Для приготовления 1 л электролита использовали 40 г железосинеродистого калия и 2 г кристаллического сернокислого натрия.

Электролиз вели при напряжении 4 В в течение 5 мин. После промывки и просушки образцов наличие на поверхности покрытия синих точек не наблюдалось. Это указывает на то, что при формировании защитного покрытия в процессе волочения с различными степенями обжатия из порошка цинка на стальной проволоке сквозные поры отсутствуют.

Проверке на пористость подвергались также образцы, полученные при формировании защитных покрытий на медной проволоке с применением порошка олова различной дисперсности. Формирование покрытия осуществлялось на медную проволоку с исходным диаметром 4,10 мм, которую протягивали со скоростью 0,106 м/с через волоку с диаметром калибрующей зоны 3,75 мм. При проведении экспериментов использовали порошки олова трех фракций. Дисперсность порошка в первой фракции: $-630 + 315$ мкм, во второй фракции: $-100 + 56$ мкм и в третьей фракции: -56 мкм.

Для приготовления раствора электролита использовали железосинеродистый калий и кристаллический сернокислый натрий из расчета по 10 г на 1 л воды.

При проведении электролиза анодная плотность тока составляла $0,5 \text{ А/дм}^2$, время выдержки образцов при испытании – 10 мин. После соответствующей обработки образцов на их поверхности красно-бурых точек обнаружено не было. Следовательно, при формировании защитного слоя на длинномерном изделии при его волочении с использованием порошка различной дисперсности сквозные поры в покрытии отсутствуют.

На основании проведенных испытаний можно сделать вывод, что при нанесении покрытий на проволоку с использованием порошков различных металлов при различных условиях процесса формирования сквозные поры в покрытии отсутствуют.

Л и т е р а т у р а

1. Перлин, И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин, М. З. Ерманок. – М.: Металлургия, 1971. – 448 с.
2. Ямпольский, А. М. Краткий справочник гальванотехника / А. М. Ямпольский, В. А. Ильин, – М.: Гос. техн. изд-во машиностр. лит. – 1962. – 244 с.

ТРЕХМЕРНЫЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОвого ПОТОКА НА ФАЗОВОЙ ГРАНИЦЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

В. А. Климович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. А. Концевой

Процессы высокоскоростной кристаллизации глубоко переохлажденного расплава служат основой перспективных способов получения материалов с новыми функциональными свойствами. В настоящее время в экспериментальных условиях достигнута скорости роста $20\text{--}70$ м/с при глубине переохлаждения расплава до 300 К. В данной работе рассматривается рост кристалла из однокомпонентного переохлажденного расплава с позиций теории локально-неравновесного теплопереноса. В общей постановке трехмерная нестационарная задача очень сложна. Здесь мы применяем более простой (полуобратный) подход к проблеме, позволяющий выяснить многие существенные детали процесса формирования теплового поля на поверхности роста кристалла, а именно: рассматриваем фазовую границу стационарной геометрической формы, перемещающуюся с постоянной скоростью. Этот случай характерен для стадии установившегося во времени режима роста.

Релаксационная модель Максвелла переноса тепла в неподвижной среде состоит из уравнения для теплового потока и уравнения баланса энергии:

$$\mathbf{q} + \gamma \frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t} = -\lambda \text{grad} T; \quad \frac{\partial u}{\partial t} + \text{div} \mathbf{q} = q_v; \quad du(T)/dt = c,$$

где T – температура; $\mathbf{q}(q_1, q_2, q_3)$ – вектор удельного теплового потока; λ – коэффициент теплопроводности; c – объемная теплоемкость; γ – время релаксации теплового потока; q_v – мощность внутренних источников энергии; u – плотность энергии. В трехмерном пространстве (x, y, z) фазовую границу (ФГ) кристаллизации моделируем поверхностью сильного разрыва теплового поля. На поверхности сильного разрыва $f(x, y, z, t) = 0$ условия динамической совместности получаем обычным образом:

$$N(u_j - u_*) - Q = (\mathbf{qn})_j = (\mathbf{qn})_*; \quad (\mathbf{qs})_j = (\mathbf{qs})_*; \quad (\mathbf{qb})_j = (\mathbf{qb})_*; \quad (1)$$

$$N = -\frac{\partial f / \partial t}{|\text{grad}f|}; \quad Q = L \left(N + \gamma_j \frac{dN}{dt} \right).$$

где (1) – баланс энергии на ФГ и условия непрерывности касательных и бинормальных к ФГ компонент вектора теплового потока; L – теплота фазового перехода единицы объема вещества; $\mathbf{N} = N\mathbf{n}$ – скорость перемещения ФГ. Звездочкой отмечены параметры расплава; индекс j указывает, что значение функции определено на правой стороне разрыва, в твердой фазе. Подробности вывода и обсуждение соотношений (1) даны в [1]. Отметим, что при записи формул (1) используется ортогональный базис $\mathbf{s}, \mathbf{n}, \mathbf{b}$, соответствующий касательной, главной нормали и бинормали к поверхности ФГ.

Следуя работе [2], обсудим вопрос о влиянии морфологических свойств поверхности роста на характер распределения теплового потока $\mathbf{q}_* = \mathbf{q}_*^{(s)} + \mathbf{q}_*^{(n)}$, поступающего из жидкой к твердой фазе. Для касательной и нормальной компонент имеем формулы:

$$\mathbf{q}_*^{(s)} = \mathbf{q}_* \cos \beta_*; \quad \mathbf{q}_*^{(n)} = \mathbf{q}_* \sin \beta_*,$$

см. формулы (1). Пусть поверхность ФГ имеет вид $f(x, y, z, t = t_0) = 0$, $t_0 \geq 0$, тогда, запишем:

$$\sin \beta_* = \frac{\partial f / \partial x}{|\text{grad}f|}; \quad \cos \beta_* = [1 - \sin^2 \beta_*]^{1/2} = \frac{[(\partial f / \partial y)^2 + (\partial f / \partial z)^2]^{1/2}}{|\text{grad}f|}.$$

Рассмотрим характерные примеры поверхности роста. Расчеты проведены в безразмерных переменных и представлены на рис. 1–3.

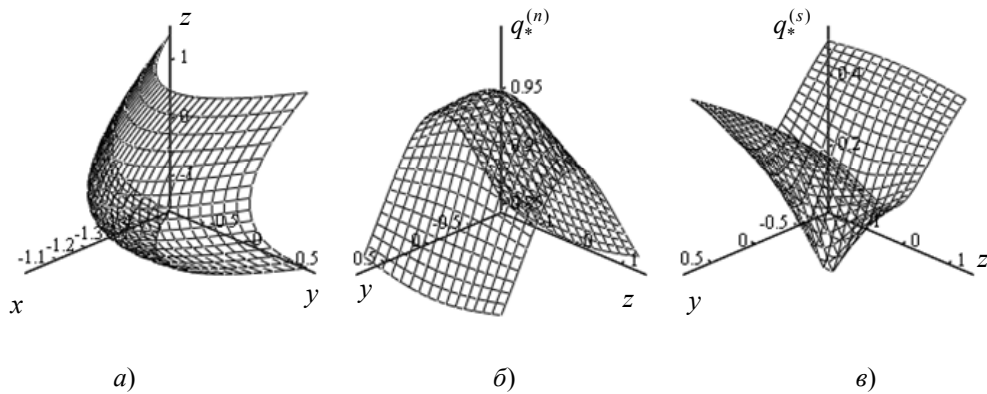


Рис. 1. Влияние заострения вершины дендрита на распределение нормальной и касательной компонент теплового потока \mathbf{q}_* .

Двуполостный гиперболоид: $A_1 = 1$; $A_2 = 1$; $A_3 = 2$

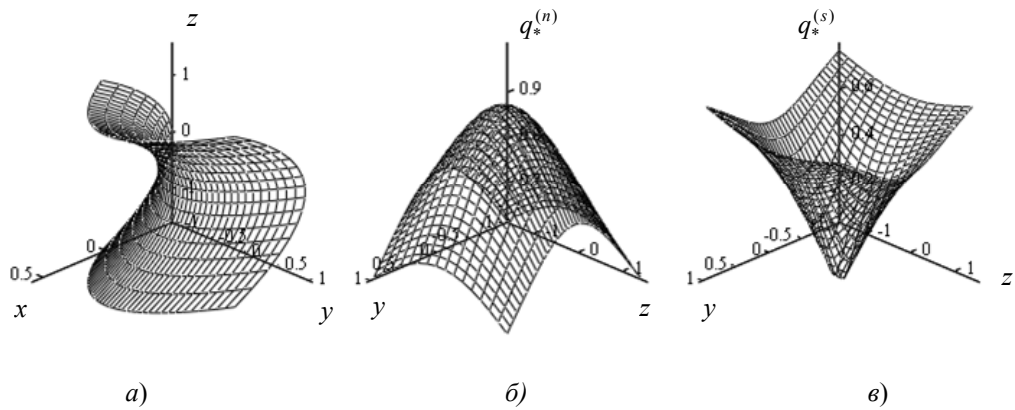


Рис. 2. Влияние заострения вершины дендрита на распределение нормальной и касательной компонент теплового потока \mathbf{q}_* .

Гиперболический параболоид: $A_1 = 1$; $A_2 = 1$; $A_3 = 2$

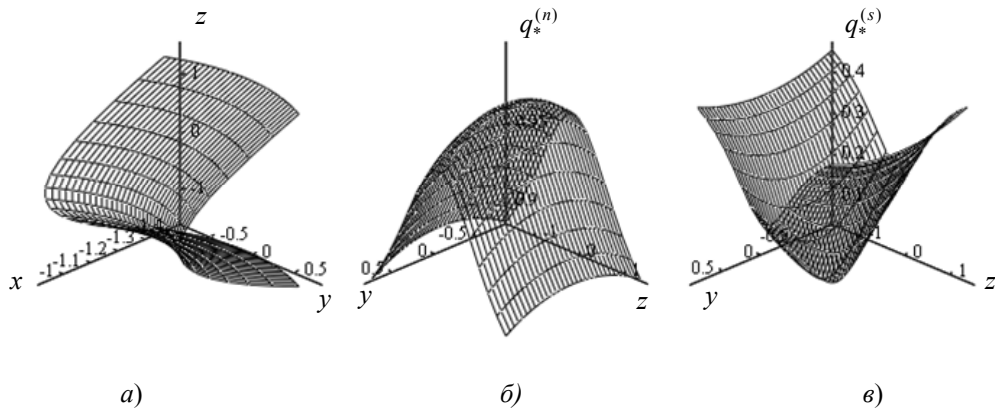


Рис. 3. Влияние заострения вершины дендрита на распределение нормальной и касательной компонент теплового потока \mathbf{q}_* .

Однополостный гиперболоид: $A_1 = 1$; $A_2 = 1$; $A_3 = 1,5$

Пример 1. В качестве выпуклой поверхности возьмем двуполостный гиперболоид:

$$f \equiv \frac{x^2}{A_1^2} - \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{z^2}{A_3^2} - 1 = 0.$$

Здесь мы работаем с одной из двух разобщенных полостей. Для сравнения приведем пример расчета для ФГ, имеющей вогнутость. Такой случай относится к стадии втягивания внутрь вершины дендрита, т. е. это состояние поверхности роста, предшествующее расщеплению вершины. Подробности, относящиеся к изменению отсчета углов β_* , β_j очевидны и здесь не приводятся.

Пример 2. Гиперболический параболоид:

$$f \equiv x - \frac{y^2}{2A_2} + \frac{z^2}{2A_3} = 0; \quad A_2 > 0, \quad A_3 > 0.$$

Пример 3. Однополостный гиперболоид:

$$f \equiv \frac{x^2}{A_1^2} - \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{z^2}{A_3^2} + 1 = 0.$$

В этом случае расчеты проведены для части поверхности, показанной на рис. 3, а.

Хорошо видно, что по мере возрастания кривизны на вершине дендрита резко увеличивается нормальная к поверхности роста компонента $q_*^{(n)}$. Эта закономерность отчетливо прослеживается для всех рассмотренных примеров.

Работа выполнена в рамках госпрограммы «Энергетические системы, процессы и технологии». Научный руководитель проекта – профессор О. Н. Шабловский.

Литература

1. Шабловский, О. Н. Тепловая градиентная катастрофа и рост двумерного свободного дендрита в переохлажденном расплаве / О. Н. Шабловский // Прикладная физика. – 2007. – № 3. – С. 29–37.
2. Шабловский, О. Н. Локально-неравновесные свойства фазовой границы высокоскоростной кристаллизации переохлажденного расплава. Ч. 2. Формирование теплового потока на поверхности дендрита / О. Н. Шабловский, Д. Г. Кроль, И. А. Концевой // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2017. – № 4. – С. 75–83.
3. Шабловский, О. Н. Эволюция и неустойчивость линии роста дендрита в переохлажденном расплаве / О. Н. Шабловский, Д. Г. Кроль, И. А. Концевой // Ученые зап. Забайкал. гос. ун-та. Физика. Математика. Техника. Технология. – 2018. – Т. 13, № 4. – С. 56–68.

РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ВОЛОЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ НА СТАНЕ НТ12.6 ДЛЯ МЕТАЛЛОКОРДА 3+2x0,35UT

В. А. Петрусевич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. И. Прач

Волочение проволоки – это процесс обработки металла давлением, характеризующийся постепенным однократным или многократным протягиванием последнего

через специальный волочильный инструмент, предназначенный для поэтапного уменьшения поперечного сечения исходной заготовки.

В процессе волочения изменяется не только геометрическая форма и размеры заготовки, но и существенно изменяются физико-механические свойства и структура обрабатываемого металла.

В настоящее время наиболее важной проблемой при волочении проволоки является ее обрывность вследствие снижения ее пластичности. Для решения данной проблемы была разработана методика оптимизации маршрутов волочения [1]–[3].

Расчет нового маршрута волочения выполняем по следующей методике:

1. Задаем исходные данные для расчета маршрута волочения: волочильное оборудование; диаметр проволоки начальный с плюсовым допуском заводской: d_0 , мм; диаметр проволоки конечный с минусовым допуском d_k , мм; временное сопротивление разрыву заводской проволочной заготовки σ_{b0} , МПа; предел прочности готовой проволоки σ , МПа; паспортная максимальная скорость проволоки на выходе из волочильного стана V_k , м/с; полуугол конической рабочей зоны волоки α , град; температура ванны СОЖ t_0 , °С; напряжение противонапряжения проволоки на входе в волочильный стан σ_{v0} , МПа; максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок) n ; мощность двигателя привода волочильного стана $N_{\text{паспорт}}$, кВт; коэффициент полезного действия привода волочильного стана η ; коэффициент контактного трения в волоке f ; паспортные кинематические вытяжки (μn_i) для n волок; содержание углерода в проволоке в относительных единицах; коэффициенты износа волок $\beta = 0,01–0,05$; число витков проволоки на тяговом шкиве z_i ; коэффициент трения скольжения между поверхностями проволоки и тяговых шкивов f_s ; номера волок, в которых устанавливаются сдвоенные v_i ; соотношение диаметров в сдвоенных волокнах y_i ; диаметры тяговых шайб D_{ni} ; коэффициенты длины калибрующей зоны волоки m_i , определяющие длину этой зоны d_{im_i} ; значения максимальных температур в очаге деформации для каждой волоки, полученные с помощью численного моделирования или аналитического расчета процесса волочения T_i , °С; зависимость для определения сопротивления пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения $\sigma S_i = f(\varepsilon \Sigma_i)$, МПа, где $\varepsilon \Sigma_i$ – итоговая логарифмическая деформация проволоки для i -го перехода волочения; зависимость может быть получена аппроксимацией экспериментальной кривой растяжения проволочной заготовки; сопротивление пластической деформации проволочной заготовки σS_0 , МПа; скорость деформирования ξ_0 , использованная при получении зависимости $\sigma S_i = f(\varepsilon \Sigma_i)$, 1/с; функция для коэффициента влияния скорости деформации на сопротивление пластической деформации проволоки $Z_i = f(\xi_i)$, где ξ_i – скорость деформации проволоки для каждого i -го перехода волочения; функция может приниматься из справочных данных или из экспериментальных зависимостей; зависимости для диаграмм пластичности $\Lambda_{pi} = f(k_i)$, соответствующие разной степени упрочнения обрабатываемой проволоки, где Λ_{pi} – интенсивность сдвиговой деформации разрушения; k_i – коэффициент напряженного состояния очага деформации для каждого перехода волочения; зависимости могут быть получены аппроксимацией экспериментальных кривых диаграмм пластичности; значение базовой температуры поверхности проволоки, °С. Значение указанной температуры устанавливается в зависимости из графика на рис. 1 от требуемой обрывности.

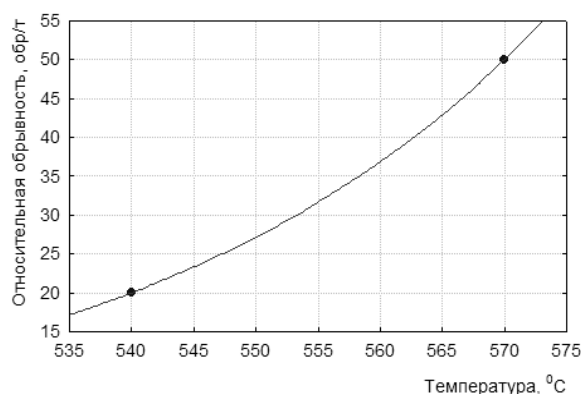


Рис. 1. Зависимость максимального значения относительной обрывности, обр/т, металлокорда при свивке от максимальной температуры поверхности проволоки при волочении, °C

2. Рассчитываем базовый процесс волочения заданного диаметра и свойств проволоки, который обеспечивает относительно стабильное удовлетворительное качество проволоки. При этом определяем значения деформационно-кинематических параметров волочения и энергосиловых режимов волочения: значения вытяжек на каждом переходе μ_i ; коэффициент износа β_i ; скорость волочения V_i ; линейные скорости вращения тяговых шайб B_i ; величины относительного скольжения:

$$C_i = \frac{B_i - V_i}{B_i}; \quad (1)$$

диаметры волок при разработке нового маршрута волочения d_i мм; пределы прочности проволоки σ_{b_i} МПа; средняя температура сечения проволоки и температура поверхности проволоки °C с учетом охлаждения проволоки в ванне со смазкой на всех переходах волочения до температуры t_0 :

– средняя температура сечения проволоки:

$$t_{c_i} = t_{o_i} + 0,45\sigma_{b_i} \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right); \quad (2)$$

– средняя температура поверхности проволоки:

$$t_{n_i} = t_{o_i} + 0,3\sigma_{b_i} \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right) + 2,75\sigma_{b_i} \sqrt{V_i d_i \cdot 10^{-3}}; \quad (3)$$

длина очагов деформации l_i , мм; время прохода элементарной точки поверхности проволоки через зоны деформации волок t_i , с; относительное обжатие проволоки δ_i ; скорость деформации ε_i , 1/с; итоговая логарифмическая деформация для каждой волоки $\varepsilon \Sigma_i$; сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения в зависимости от деформационного упрочнения σS_i ; коэффициент влияния скорости деформации на сопротивление пластической деформации Z_i ; сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения

в зависимости от деформационного и скоростного упрочнения σS_i , МПа; модуль упрочнения проволоки w , МПа; коэффициент, определяющий степень противонапряжения проволоки K ; напряжение волочения σv_i , МПа; коэффициент запаса волочения:

$$\gamma_i = \sigma v_i / \sigma S_i; \tag{4}$$

усилия волочения P_i и усилия противонапряжения Q_i , Н; мощность волочения N_i , кВт; радиальное нормальное напряжение в очаге деформации σ_i , МПа; среднее напряжение очага деформации $\sigma \sigma_i$, МПа; коэффициент напряженного состояния очага деформации k_i ; интенсивность сдвиговой деформации разрушения Λ_{pi} ; интенсивность деформации сдвига в очаге деформации Λ_i .

3. Все параметры, рассчитанные в п. 2, должны находиться в допустимых пределах, заданных техническими характеристиками волочильного оборудования и свойствами обрабатываемой стали: коэффициент запаса волочения (4) должен находиться в пределах 1,25–3 (меньшие значения могут привести к дополнительному растяжению проволоки при волочении силой волочения, большие значения приводят к неэффективному расходу энергии волочильных станков); мощность волочения для всего маршрута волочения не должна превышать мощность мотора привода стана (запас мощности должен обеспечиваться в пределах не менее 30 %); величина коэффициента скольжения (1) должна превышать число 0 и не превышать число 0,05 (исключение: первый переход волочения); максимальная мгновенная температура поверхности проволоки (3) определяет запас пластичности проволоки и, как следствие, – величину обрывности металлокorda, свиваемого из этой проволоки после волочения.

4. Вводятся предлагаемые изменения в режим волочения рассчитанного процесса с целью его оптимизации. По аналогии с базовым процессом формируются исходные данные (п. 1) для измененного процесса с изменением предлагаемых для оптимизации режимов волочения с сохранением величины конечного диаметра проволоки и ее свойств в конце волочения. Расчет измененного процесса выполняется в соответствии с измененными исходными данными по пп. 2, 3 разработанной методики.

5. Выполняют общую оценку оптимизации маршрута волочения.

В результате расчета маршрута волочения ультравысокопрочной проволоки УТ диаметром $d_k = 0,35$ мм из стали 96, микролегированной хромом на волочильном стане тонкого волочения НТ12.6 из заготовки диаметром $d_0 = 2,3$ мм, при базовой температуре поверхности проволоки $t_{п} = 540$ °С по предложенной методике были получены диаметры валок на каждом переходе с учетом требований: 2300–2116–1934–1768–1616–1477–1350–1234–1128–1031–942–861–787–720–658–601–550–506–466–429–394–369–350 мкм, и другие параметры волочения.

Результаты оптимизации нового маршрута волочения

| Маршрут волочения | $t_{п}$, °С |
|----------------------------------|--------------|
| 21 волока, 10 м/с | 738 |
| 21 волока, 4 м/с, базовый | 529 |
| 28 волок, (7 сдвоенных), 4 м/с | 492 |
| 28 волок, (7 сдвоенных), 5,5 м/с | 544 |
| 28 волок, (7 сдвоенных), 6 м/с | 560 |

По результатам оптимизации, представленным в таблице, режим волочения с семью сдвоенными волокнами при скорости волочения 5,5 м/с признан наиболее эффективным по сравнению с другими рассмотренными вариантами, так как все параметры находятся в рекомендованных пределах и получена необходимая температура поверхности проволоки при максимальной скорости. Таким образом, обеспечивается повышение пластических свойств получаемой проволоки при высокой производительности.

Литература

1. Колмогоров, В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушения. / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1970. – 162 с.
2. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1986. – 688 с.
3. Температурно-деформационный критерий оптимизации маршрутов волочения тонкой высокоуглеродистой проволоки / Ю. Л. Бобарикин [и др.] // Литье и металлургия. – Минск, 2012. – 3 вып. – С. 205–209.

МАТРИЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПРОЦЕССА $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

К. Д. Поляков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Ю. Гавриш

Введение. Расчет наблюдаемых процессов стандартной модели является центральной задачей теоретической физики и физики высоких энергий. Вычисление наблюдаемых подобных процессов дает возможность определить с высокой точностью не только параметры стандартной модели, но и продолжить поиск эффектов новой физики.

В данной работе авторы, используя лагранжиан квантовой электродинамики, определяют явный вид матричного элемента процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ (аннигиляция пары электрон-позитрон).

1. Лагранжиан квантовой электродинамики. Известно [1], что лагранжиан свободного поля частиц полуцелого спина (условно электронпозитронного) определяется выражением

$$L^e = \bar{\psi}(x)(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi(x), \quad (1)$$

где $\psi(x)$ – волновая функция частицы массы m , а γ^μ – матрицы Дирака. Отметим, что явный вид матриц в различных представлениях определяется с помощью матриц Паули и в силу громоздких записей здесь приводится не будет.

Используя свободный лагранжиан электромагнитного поля [2]:

$$L^y = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}, \quad (2)$$

где $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu(x) - \partial_\nu A_\mu(x)$ – тензор напряженности электромагнитного поля, получаем полный лагранжиан невзаимодействующих фермионов с фотонами:

$$L_0 = L^e + L^y = \bar{\psi}(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}. \quad (3)$$

Стандартная процедура локальных калибровочных преобразований:

$$\begin{cases} \psi'(x) = e^{i\lambda(x)}\psi(x); \\ A'_\mu(x) = A_\mu(x) - \frac{1}{e}\partial_\mu\lambda(x), \end{cases} \quad (4)$$

выражения (3) приводит к лагранжиану электронфотонного взаимодействия:

$$L_{int} = -e \bar{\psi}(x)\gamma^\mu\psi(x)A_\mu, \quad (5)$$

где $\bar{\psi}(x)\gamma^\mu\psi(x)$ – электромагнитный ток перехода, а e – константа взаимодействия (в рассматриваемом случае заряд электрона позитрона).

2. Диаграммы Фейнмана процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$. Изучаемому процессу соответствуют диаграммы Фейнмана, показанные на рис. 1, а, б.

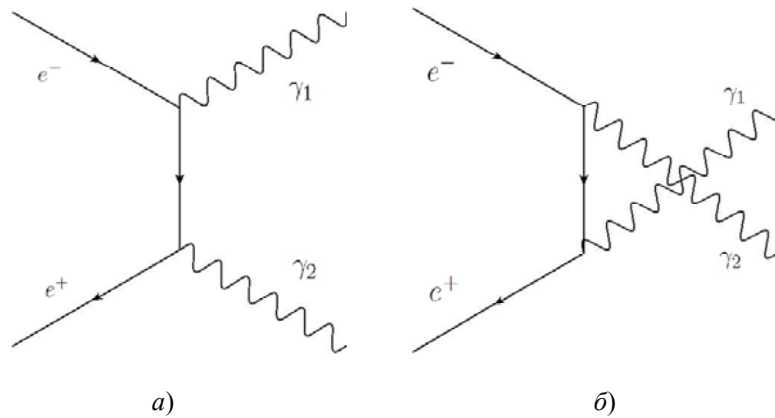


Рис. 1. Диаграммы Фейнмана процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Отметим, что указанные диаграммы получены с помощью теоремы Вика из выражения

$$e^2 N[\bar{\psi}(x_1)\gamma^\mu\psi(x_1)\bar{\psi}(x_2)\gamma^\nu\psi(x_2)] \quad (6)$$

путем расчета свертки с векторами начального и конечного состояний в борновском приближении (данные вычисления здесь приводятся не будут).

3. Матричные элементы процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$. Используя правила Фейнмана [3] и рис. 1, а, б, запишем матричные элементы изучаемого процесса: первой диаграмме соответствует матричный элемент:

$$M_{\nu,\nu}^{(1)}(\lambda_1, \lambda_2) = e^2 \bar{u}_\nu(\vec{p}_2, m_e) (\varepsilon^*(\lambda_2)\gamma) \frac{\hat{p}_1 - \hat{k}_1 + m_e}{(p_1 - k_1)^2 - m_e^2} (\varepsilon^*(\lambda_1)\gamma) u_\nu(\vec{p}_1, m_e), \quad (7)$$

где $\varepsilon(\lambda)$ – 4-вектор поляризации фотонов, явный вид которого в спиральном базисе определяется выражением

$$\varepsilon(\lambda_1) = \left\{ 0, \frac{\cos\theta}{\sqrt{2}}, -i\frac{\lambda_1}{\sqrt{2}}, -\frac{\sin\theta}{\sqrt{2}} \right\}; \quad \varepsilon(\lambda_2) = \left\{ 0, \frac{\cos\theta}{\sqrt{2}}, i\frac{\lambda_2}{\sqrt{2}}, -\frac{\sin\theta}{\sqrt{2}} \right\}; \quad (8)$$

$\lambda_{1,2} = \pm 1$, а θ – угол вылета фотонов в системе центра масс. Здесь и далее $u_v(\vec{p}, m) / v_v(\vec{p}, m)$ – биспиноры Дирака частицы/античастицы m с импульсом \vec{p} . Для второй диаграммы, соответственно, матричный элемент запишется в виде

$$M_{v,v}^{(2)}(\lambda_1, \lambda_2) = e^2 \bar{v}_v(\vec{p}_2, m_e) (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma) \frac{\hat{p}_1 - \hat{k}_2 + m_e}{(p_1 - k_2)^2 - m_e^2} (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma) u_v(\vec{p}_1, m_e). \quad (9)$$

Суммируя (7) и (8), получаем:

$$M_{v,v}(\lambda_1, \lambda_2) = M_{v,v}^{(1)}(\lambda_1, \lambda_2) + M_{v,v}^{(2)}(\lambda_1, \lambda_2) = e^2 \bar{v}_v(\vec{p}_2, m_e) \times \\ \times \left((\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma) \frac{\hat{p}_1 - \hat{k}_1 + m_e}{(p_1 - k_1)^2 - m_e^2} (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma) + (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma) \frac{\hat{p}_1 - \hat{k}_2 + m_e}{(p_1 - k_2)^2 - m_e^2} (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma) \right) u_v(\vec{p}_1, m_e). \quad (10)$$

Выражение (3.4) перед стандартной процедурой возведения в квадрат целесообразно упростить. Для этого воспользуемся уравнениями:

$$(\hat{p} - m_e) u_v(\vec{p}, m_e) = 0, \quad (\hat{p} + m_e) v_v(\vec{p}, m_e) = 0 \quad (11)$$

для биспиноров Дирака. Используя соотношение [4]:

$$\gamma^\mu \gamma^\nu + \gamma^\nu \gamma^\mu = 2g^{\mu\nu}, \quad (12)$$

после некоторых преобразований:

$$\begin{aligned} (\hat{p}_1 - \hat{k}_1 + m_e) (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma) u_v(\vec{p}_1, m_e) &= (2(\varepsilon^*(\lambda_1) p_1) - \hat{k}_1 (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma)) u_v(\vec{p}_1, m_e); \\ (\hat{p}_1 - \hat{k}_2 + m_e) (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma) u_v(\vec{p}_1, m_e) &= (2(\varepsilon^*(\lambda_2) p_1) - \hat{k}_2 (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma)) u_v(\vec{p}_1, m_e), \end{aligned} \quad (13)$$

из (10) с учетом (13) окончательно получаем:

$$\begin{aligned} M_{v,v}(\lambda_1, \lambda_2) &= M_{v,v}^{(1)}(\lambda_1, \lambda_2) + M_{v,v}^{(2)}(\lambda_1, \lambda_2) = \\ &= e^2 \bar{v}_v(\vec{p}_2, m_e) (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma) \frac{2(\varepsilon^*(\lambda_1) p_1) - \hat{k}_1 (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma)}{(p_1 - k_1)^2 - m_e^2} u_v(\vec{p}_1, m_e) + \\ &+ e^2 \bar{v}_v(\vec{p}_2, m_e) (\varepsilon^*(\lambda_1) \gamma) \frac{2(\varepsilon^*(\lambda_2) p_1) - \hat{k}_2 (\varepsilon^*(\lambda_2) \gamma)}{(p_1 - k_2)^2 - m_e^2} u_v(\vec{p}_1, m_e). \end{aligned} \quad (14)$$

Дальнейший расчет наблюдаемых процесса $e^+ e^- \rightarrow \gamma \gamma$ связан с выбором системы отсчета и возведении (14) в квадрат с последующим суммированием по поляризациям фотонов и усреднением по спиновым состояниям фермионов. Данные выкладки в силу громоздкости здесь приводиться не будут.

Заключение. В ходе работы авторы, используя лагранжиан квантовой электродинамики, получают матричные элементы процесса аннигиляции электронпозитронной пары. Полученные в ходе работы результаты могут быть использованы для расчета наблюдаемых указанного процесса.

Литература

1. Биленький, С. М. Введение в диаграммы фейнмана и физику электрослабого взаимодействия / М. С. Биленький. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 327 с.
2. Окунь, Л. Б. Лептоны и кварки / Л. Б. Окунь. – И-во URSS, 2015. – 352 с.
3. Borodulin, V. I. CORE: COmpendium of RElations: Version 3.1 / V. I. Borodulin, R. N. Rogalev, S. R. Slabospitsky // arxiv:hep-ph/1702.08246–2017. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1702.08246.pdf>.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2006. – 720 с.

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОФИЛЯ ЗУБЬЕВ****В. Ю. Руденков, В. А. Шмелев***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Иноземцева

Актуальность исследования. В настоящее время в машинах, приборах и всевозможных приводах используются механические зубчатые передачи с различной формой профиля зубьев. Однако наибольшее распространение получили эвольвентные зубчатые передачи.

Эвольвентное зацепление – зубчатое зацепление, в котором профили зубьев очерчены по *эвольвенте окружности*. Эта передача позволяет передавать движение с постоянным *передаточным отношением* и имеет следующие достоинства: простота изготовления колес, достаточно высокая нагрузочная способность, нечувствительность к неточностям межцентрового расстояния. Несмотря на постоянное совершенствование эвольвентных передач, – применение высокопрочных материалов и методов упрочнения, повышенные требования к чистоте поверхности, точности изготовления и сборки, эти передачи не обеспечивают необходимой надежности приводов, отвечающей современным требованиям безопасной эксплуатации технических систем. Обозначенные проблемы объясняются конструктивными особенностями эвольвентных зубчатых передач. В эвольвентных зубчатых передачах коэффициент перекрытия, как правило, не превышает 1,98. При работе зубьев эвольвентного профиля одновременно с перекачиванием происходит проскальзывание, которое, тем больше, чем больше передаточное отношение зубчатой пары. Это приводит к потерям мощности и износу рабочих поверхностей зубьев. Величина передаточного отношения эвольвентных одноступенчатых передач не превышает 6. В силовых передачах в месте контакта возникают значительные контактные напряжения, которые совместно с проскальзыванием зубьев приводят к усталости материала зубчатых колес, интенсивному износу и искажению профиля зуба.

Одним из актуальных вопросов в современных передачах является повышение несущей способности передач при уменьшении их габаритов. Дальнейшим совершенствованием эвольвентных зубчатых передач эту проблему не решить. Нужны новые технические решения: применение альтернативных видов зацепления; обеспечение многопарности зацепления; уменьшение контактных напряжений за счет использования круговых профилей зубьев; замена трения скольжения трением качения; оптимизация компоновки и конструктивных исполнений механических передач.

Целью работы является анализ современных одноступенчатых зубчатых передач с различными профилями зубьев.

Основная часть. В данной работе были проанализированы конструкции механических одноступенчатых передач, которые в той или иной мере отвечают предъявленным требованиям и основаны на новых видах зацепления, либо на совершенствовании конструкции известных передач. Были рассмотрены передачи Новикова, передачи с циклоидальным, цевочным и торцевым зацеплением.

В передаче Новикова профиль зубьев выполняется не по эвольвенте, а по дуге окружности или по кривой, близкой к ней [1]. При одинаковых с эвольвентным зацеплением параметрах эта передача обеспечивает увеличение контактной прочности, что, в свою очередь, позволяет повысить нагрузочную способность в 2–3 раза. Взаимодействие зубьев в сравниваемых передачах также различно: в эвольвентном зацеплении преобладает скольжение, а в зацеплении Новикова – качение. Это создает благоприятные условия для увеличения масляного слоя между зубьями, уменьшения потерь на трение и увеличения сопротивления заеданию. Также зацепление Новикова дает возможность применения его во всех видах зубчатых передач: с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями колес, с внешним и внутренним зацеплением, постоянным и переменным передаточным отношением. Потери на трение в этой системе зацепления примерно в 2 раза меньше потерь в эвольвентном зацеплении, что увеличивает КПД передачи. Однако данная передача имеет следующие недостатки – значительное уменьшение контактной площадки при перекосах зубчатых колес и изменении межосевого расстояния в результате погрешностей изготовления и сборки или упругих деформаций передачи. Передачи Новикова, несмотря на недостатки, благодаря компактности и хорошей приработке зубьев нашли широкое применение при передаче больших постоянных нагрузок, в основном в редукторах больших размеров.

Циклоидальное зацепление [2] – зубчатое зацепление, в котором сопряженные профили зубьев выполнены по циклоидальным кривым, характеризуется более высокими по сравнению с эвольвентным зацеплением нагрузочной способностью и износостойкостью зубьев. Однако циклоидальное зацепление чувствительно к изменению межосевого расстояния (погрешностям изготовления, деформациям валов) и сложно в изготовлении. По этим причинам в настоящее время оно применяется редко. Разновидностью циклоидального зацепления является эксцентриково-циклоидальное зацепление, в котором зубья ведущего колеса торцевом сечении представляют собой эксцентрики, а зубья ведомого колеса имеют профиль в виде циклоидальной кривой [2]. При изменении межцентрового расстояния зубчатой пары с эвольвентным профилем зацепление заметно не ухудшается, при циклоидальном зацеплении такое изменение увеличивает трение. Колеса с эвольвентным профилем зуба имеют более прочную ножку, чем колеса с циклоидальным профилем при одном и том же шаге. При работе зубчатых колес трение в месте зацепления зубьев с циклоидальным профилем меньше, чем с эвольвентным, а следовательно, и износ зубьев в первом случае меньше. Циклоидальное зацепление позволяет нарезать колеса с небольшим числом зубьев и получать большие передаточные числа. Упрощенными видами циклоидального зацепления являются часовое и цевочное зацепления.

Особенность часового зацепления состоит в том, что радиусы обеих производящих окружностей принимаются равными половине радиусов соответствующих начальных окружностей. Достоинства часового зацепления: легкий ход; малый износ; возможность реализации больших передаточных отношений в одной ступени. Недостатки часового зацепления: коэффициент перекрытия всегда равен единице; колебание передаточного отношения из-за отклонения профиля ножки зуба от циклоидального; большой мертвый ход из-за значительных боковых зазоров в зацеплении, что делает невозможным применение часового зацепления в реверсивных передачах.

Цевочное зацепление – зубчатое зацепление посредством цилиндрических круговых элементов (цевок и зубьев с сопряженным профилем). Это зацепление применяется в передачах с малой разницей чисел зубьев. Оно характеризуется плавностью хода и низким уровнем шума по сравнению с эвольвентным зацеплением; имеет высокий ресурс и надежность; меньшие габариты при одинаковом передаваемом крутящем моменте в сравнении с эвольвентным зацеплением; передаточное отношение от 6 до 190; обладает высокой кинематической точностью. Недостатками цевочного зацепления являются: чувствительность к изменению межосевого расстояния; высокая стоимость; высокие требования к точности изготовления; сложность формы зуба исходного контура зуборезного инструмента при методе обката.

Также были рассмотрены наиболее распространенные на сегодняшний день виды торцевых передач: передача Нечаева и торцевое цевочное зацепление. Конструктивная схема передачи Нечаева представляет собой два зубчатых колеса, сцепленные между собой торцевыми зубьями. Данная зубчатая передача способна работать в таких условиях, в которых работа эвольвентных передач невозможна [3]. Зубья ведомого зубчатого колеса выполнены с плоскими рабочими поверхностями, а ведущей шестерни – с выпуклыми рабочими поверхностями, ограниченными кривыми семейства «улиток Паскаля». Благодаря особой форме данной кривой, коэффициент перекрытия в таком зацеплении увеличен до двух, что придает высокую плавность и малую шумность. В этой передаче – малое число зубьев шестерни, что позволяет увеличить передаточное отношение одной ступени в 4 раза. При одинаковых размерах модуль по сравнению с эвольвентной передачей может быть увеличен в 2–2,5 раза, что в 3–4 раза снижает изгибные напряжения. Использование выпуклой и плоской рабочих поверхностей в качестве сопряженных позволяет снизить контактные напряжения. Внутреннее зацепление, а также контакт плоской поверхности зубьев ведомого колеса и выпуклой поверхности зубьев шестерни с увеличенным коэффициентом перекрытия дает возможность уменьшить габариты и металлоемкость передачи. Недостатки: сложное профилирование малых зубчатых колес (шестерен) по сравнению с эвольвентными колесами; индивидуальное изготовление шестерни, т. е. изготовление новых инструментов и оснасток; затрудненное восстановление изношенных рабочих поверхностей и низкий уровень ремонтпригодности.

Торцевая цевочная передача [4] предназначена для работы в открытых приводах и агрессивных средах, так как в месте контакта зубьев реализуется трение качения, что значительно уменьшает износ. Использование в качестве линии зацепления части внутренней петли «улитки Паскаля» обеспечивает при круглом профиле зуба шестерни плоский профиль зуба колеса, что позволяет упростить технологический процесс и изготавливать детали передачи на универсальном металлорежущем оборудовании с помощью унифицированной оснастки и инструмента. Использование выпуклой и плоской рабочих поверхностей в качестве сопряженных позволяет снизить контактные напряжения. Наиболее широко торцевые передачи используются в ротационных механизмах.

Заключение. Анализ зубчатых передач с различным профилем зубьев, обзор их преимуществ и недостатков позволяет обосновать выбор конкретного типа зубчатой передачи для решения той или иной научной и инженерной задачи на стадии проектировочных расчетов. Также было выявлено, что торцевая зубчатая передача может воспринимать нагрузки более значительные, чем другие зубчатые передачи при тех же габаритных размерах, и способна работать в абразивной среде без заклинивания.

Литература

1. Короткин, В. И. Сравнение зубчатых передач Новикова и эвольвентных передач / В. И. Короткий // Вестн. машиностроения. – 2009. – № 1. – С. 3–8.
2. Леонтьев, М. Ю. Обзор достоинств и недостатков эксцентриково-циклоидального зацепления / М. Ю. Леонтьев, В. А. Раевский, А. Е. Смоловик // Актуальные проблемы гуманитар. и естеств. наук. – 2016. – № 5. – С. 54–57.
3. Тупицын, А. А. Торцевая зубчатая передача с внутренним цевочным зацеплением / А. А. Тупицын, В. В. Нечаев, В. Е. Гозбенко // Соврем. технологии. Математика. Механика и машиностроение. – 2014. – № 3. – С. 25–29.
4. Торцевая цевочная передача : пат. 84488 Рос. Федерация : МПК7 F 16 Н 1/32, F 16 Н 25/06 / А. А. Тупицын, К С. Каргапольцев, А. А. Тупицын ; заявитель и патентообладатель Иркут. гос. ун-т путей сообщения. – № 2008146315/22 ; заявл. 24.11.2008 ; опубл.10.07.2009 // Бюл. № 13. – 1 с.

РАСЧЕТ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ЕМКОСТИ

А. С. Рябцев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. М. Селютин

Данная задача возникает при расчете и конструировании приводов для металлургического оборудования при реализации опрокидывающего момента литейных ковшей, поворотных плавильных электропечей, роторных печей барабанного типа и т. д.

В практике применяется графоаналитический метод определения траектории движения центра тяжести расплава при различных положениях емкости. Объем жидкости условно разбивается на ряд отдельных сегментов и используется метод последовательных приближений: задаемся уровнем расплава и вычисляем его объем в ковше. Далее, если он окажется больше фактического, понижаем уровень и повторяем расчет объема, и так далее до тех пор, пока не получим совпадения объемов.

Очевидно, этот метод может дать только приближенный результат при вычислении координат центра тяжести жидкости. Естественно, из-за большого объема и громоздкости вычислений приходится использовать крупный шаг вычислений при углах поворота емкости 10–15°. Этот недостаток привел к необходимости разработки математической модели расчета для любых малых угловых шагов, приспособленной для машинной реализации.

Рассмотрим геометрическую модель емкости. В вертикальном положении форма имеет призматическую форму и заполнена жидкостью. В общем случае очерк основания не имеет значения. При сливании заполняющего форму жидкого вещества уровень поверхности будет оставаться горизонтальным. В принятой графической модели призма остается неподвижной, а уровень жидкости будет занимать положения 0, 1, 2, 3, ..., K, ..., N, т. е. изображаться пучком прямых, проходящих через точку А (рис. 1).

Представленная на рис. 1 модель показывает, что при разных углах наклона емкости α при сливе жидкости расчет ее центра тяжести распадается на два алгоритма: зеркало поверхности находится в пределах вертикальной стенки ковша (положение 0, 1, 2, 3, ..., K) или выходит на его днище (положение K, ..., N). В первом случае в плоском сечении ковша уровень образуется как сумма площадей треугольника AS_iY_i и прямоугольника S_iY_iKN . Во втором случае образуется только треугольник.

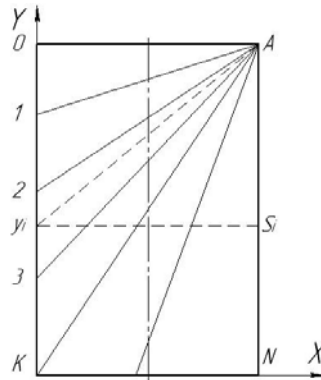


Рис. 1

Определим координаты центра тяжести произвольного треугольника. Известными величинами являются X и Y – диаметр ковша и высота его заполнения, а также угол его поворота α (см. рис. 2), изменяющийся от 0 до 90° . Рассматриваемый треугольник – прямоугольный. Из курса аналитической геометрии известно:

$$X_{ц.т} = 1/3(Xa + Xb + Xc); \quad Y_{ц.т} = 1/3(Ya + Yb + Yc);$$

В нашем случае $Xb = 0$; $Xa = Xc$, тогда $X_{ц.т} = 2/3X$.

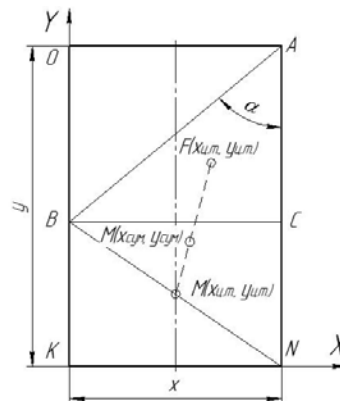


Рис. 2

Совершенно очевидно, что при положениях зеркала от 0 до K величина $X_{ц.т}$ будет оставаться неизменной, т. е. $X_{0,1,2,\dots,k} = \text{const} = 2/3X$.

Аналогично определяется $Y_{ц.т}$. В нашем случае $Yb = Yc$ и $Yb = Ya = AC$, где $AC = Xtg\alpha$, т. е. $Yb = Ya - Xtg\alpha$.

Окончательно получим:

$Y_{ц.т} = 1/3(Ya + 2Yb) = 1/3(Ya + 2(Ya - Xtg\alpha)) = Ya - 2/3Xtg\alpha$. Рассмотрим второй случай, когда зеркало жидкости выходит на основание ковша (положение K, \dots, N):

$$X_{ц.т} = 1/3(X_a + X_k + X_N); \text{ но } X_k = 0, \text{ а } X_N = X_a = X,$$

тогда $X_{ц.т} = 2/3X$.

Аналогично:

$$Y_{\text{ц.т}} = 1/3(Y_a + Y_k + Y_N), \text{ но } Y_k = Y_N = 0, \text{ а } Y_a = Y,$$

тогда $Y_{\text{ц.т}} = 1/3Y$.

Полученные зависимости приводят к выводу о том, что при достижении зеркалом жидкого металла положения точки K центр тяжести при дальнейшем наклоне будет двигаться по прямой, параллельной основанию емкости.

Определение центра тяжести прямоугольника не вызывает сложностей, так как он находится на пересечении его диагоналей, т. е. на половине высоты прямоугольника (рис. 2):

$$X_{\text{ц.т.прямог}} = 1/2X; Y_{\text{ц.т.прямог}} = 1/2Y_b, \text{ но } Y_b = Y - X \operatorname{tg} \alpha,$$

тогда $Y_{\text{ц.т.прямог}} = 1/2(Y - X \operatorname{tg} \alpha)$.

Определим координаты центра тяжести суммарной фигуры при произвольном значении угла наклона емкости. Для этого в соответствии с правилами аналитической геометрии в каждом положении емкости необходимо знать величину λ :

$$\lambda = S_{\text{треуг}} / S_{\text{прямог}},$$

где $S_{\text{треуг}}$ – площадь треугольника; $S_{\text{прямог}}$ – площадь прямоугольника;

$$S_{\text{треуг}} = 1/2bx \text{ (рис. 2), но } b = x \operatorname{tg} \alpha;$$

$$S_{\text{треуг}} = 1/2x^2 \operatorname{tg} \alpha;$$

$$S_{\text{прямог}} = x(y - b) = xy - x^2 \operatorname{tg} \alpha, \text{ но } x^2 \operatorname{tg} \alpha = 2S_{\text{треуг}},$$

т. е. $S_{\text{прямог}} = (xy - b) = xy - 2S_{\text{треуг}}$.

Следовательно,

$$\lambda = 1/2x^2 \operatorname{tg} \alpha / (xy - x^2 \operatorname{tg} \alpha),$$

или

$$\lambda = \frac{x \operatorname{tg} \alpha}{2y - x \operatorname{tg} \alpha}.$$

Зная λ , можно определить положение центра тяжести суммарной фигуры при любом наклоне:

$$X_0 = \frac{x_{\text{ц.т.прямог}} + \lambda x_{\text{ц.т.треуг}}}{1 + \lambda}; \quad Y_0 = \frac{y_{\text{ц.т.прямог}} + \lambda y_{\text{ц.т.треуг}}}{1 + \lambda}.$$

Подставив значения, имеем:

$$X_0 = \frac{\frac{x}{2} + \frac{x}{2} \frac{\operatorname{tg}\alpha}{y - x\operatorname{tg}\alpha} \frac{2}{3}x}{1 + \frac{x}{2} \frac{\operatorname{tg}\alpha}{y - x\operatorname{tg}\alpha}}; \quad Y_0 = \frac{\frac{y - x\operatorname{tg}\alpha}{2} + \left(\frac{x}{2} \frac{\operatorname{tg}\alpha}{y - x\operatorname{tg}\alpha}\right) \left(y - \frac{2}{3}x\operatorname{tg}\alpha\right)}{1 + \frac{x}{2} \frac{\operatorname{tg}\alpha}{y - x\operatorname{tg}\alpha}},$$

или

$$X_0 = \frac{\frac{x}{2} + \frac{bx}{3c}}{1 + \frac{b}{2c}}; \quad Y_0 = \frac{\frac{c}{2} + \frac{b}{2c} \left(y - \frac{2}{3}b\right)}{1 + \frac{b}{2c}},$$

где $b = x\operatorname{tg}\alpha$; $c = y - x\operatorname{tg}\alpha$.

Предложенный метод определения центра тяжести расплавленного металла при различных положениях ковша применим не только для призматической формы, но и для цилиндрических, которыми чаще всего и являются большинство сосудов, используемых в промышленности.

При рассмотрении сечения цилиндра плоскостью, параллельной образующей и проходящей через диаметр основания, получаем графическую модель, аналогичную рассмотренной выше. При сечении цилиндра плоскостями, параллельными первой плоскости, получаем сечения, подобные первому сечению, но уменьшающиеся по мере удаления от диаметра. Однако линии, на которых находятся центры тяжести этих сечений, эквидистантны плоскости основания емкости.

Кстати, из рис. 2 следует, что, зная положение центров тяжести треугольника и прямоугольника и соединив эти точки, получаем прямую, на которой и находится искомый центр тяжести суммарной фигуры. При этом прямая, соединяющая центры тяжести треугольника и прямоугольника центром тяжести суммарной фигуры, делится в отношении, обратном пропорциональном площадям этих фигур. Это отношение нами было обозначено через λ .

Алгоритмизация данного метода позволяет эффективно получать результат расчета с высокой точностью.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА КОНКУРЕНЦИЮ ИСТОЧНИКА И СТОКА ИМПУЛЬСА ПРИ ТЕЧЕНИИ НЕСЖИМАЕМОЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

А. А. Хорт

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Г. Кроль

Плоское двумерное стационарное течение несжимаемой сплошной среды определяется уравнениями:

$$\rho v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ik}}{\partial x_k} + \rho F_i; \quad \frac{\partial v_k}{\partial x_k} = 0; \tag{1}$$

$$\rho c_p v_k \frac{\partial T}{\partial x_k} = -\frac{\partial q_k}{\partial x_k} + \Phi + q_v; \quad q_i = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x_i}; \quad i, k = 1, 2; \quad \rho, c_p, \lambda, \mu = \text{const.} \quad (2)$$

Реологическое уравнение состояния вязкоупругой жидкости Максвелла возьмем следующей формы записи:

$$\tau_{ij} + \gamma \left[v_k \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_k} + m(\tau_{ik} \omega_{kj} - \omega_{ik} \tau_{kj}) \right] = 2\mu e_{ij}; \quad (3)$$

$$2e_{ij} = \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i}, \quad 2\omega_{ij} = \frac{\partial v_i}{\partial x_j} - \frac{\partial v_j}{\partial x_i},$$

где $x_1 = x$, $x_2 = y$ – декартовы прямоугольные координаты; $\mathbf{v}(v_1, v_2)$ – вектор скорости; ρ – плотность; p – давление; $\mathbf{F}(F_1, F_2)$ – вектор массовой силы; T – температура; $\mathbf{q}(q_1, q_2)$ – вектор удельного теплового потока; c_p – удельная теплоемкость; λ – коэффициент теплопроводности; q_v – объемная мощность внутренних источников энергии; τ_{ij} – компоненты девиатора тензора напряжений; e_{ij} – компоненты тензора скоростей деформации; μ – коэффициент динамической вязкости; γ – время релаксации вязких напряжений; Φ – диссипативная функция. Дважды повторяющийся индекс k означает суммирование. Дифференциальный оператор в (3) при $m=1$ есть конвективная производная Яуманна, при $m=0$ – обычная субстанциональная производная. При $\gamma=0$ формула (3) описывает свойства вязкой ньютоновской жидкости.

Производство энтропии подсчитываем по формулам:

$$\sigma = \sigma_e + \sigma_i, \quad \sigma_e = q_v / T; \quad \sigma_i = \mathbf{q}^2 / (\lambda T^2),$$

где σ_e – производство энтропии за счет энергообмена с внешней средой; σ_i – производство энтропии за счет внутренних необратимых процессов.

Аналитическое решение, которое изучается в данной работе, получено при $\mu \equiv \text{const}$, $\partial \zeta / \partial T \neq 0$. Поэтому естественно считать, что температурная зависимость коэффициента сопротивления коррелирует с термовязкими свойствами жидкости. Вариант $\partial \zeta / \partial T < 0$ соответствует вязкости l -типа, $\partial \mu / \partial T < 0$. Вариант $\partial \zeta / \partial T > 0$ соответствует вязкости g -типа, $\partial \mu / \partial T > 0$. Эти термины и обозначения (g – gas, l – liquid) применяются в теории тепловой конвекции. Далее при обсуждении знака производной $\partial \zeta / \partial T$ будем говорить о g - и l -типах сопротивления.

Объемный источник энергии $q_v(\mathbf{v}^2, T)$ моделирует воздействие внутренних источников тепла и теплообмен жидкости с внешней средой. Для диссипативной функции Φ принимаем оценку $\Phi \ll |q_v|$, т. е. рассматриваем процессы, для которых можно пренебречь выделением тепла за счет вязкой диссипации энергии.

Данная работа продолжает исследования [1], [2] и имеет следующую цель: проанализировать влияние внешней силы сопротивления на конкуренцию источника и стока импульса при течении несжимаемой вязкой жидкости.

Точное аналитическое решение уравнений гидродинамики вязкоупругой жидкости Максвелла имеет вид [1], [2]:

$$\bar{u} \equiv u/u_1 = 2\varepsilon[\sin(2\bar{y})]/\delta; \quad \bar{\tau} \equiv \tau/u_1 = (1 - \varepsilon^2)/\delta; \quad \delta = 1 + \varepsilon^2 + 2\varepsilon \cos(2\bar{y}); \quad (4)$$

$$\bar{\zeta} \equiv \zeta y_1^2 / \nu = D_1 D_2; \quad D_1 = (1 - 4\Gamma)/(1 + 4\Gamma)^2; \quad (5)$$

$$D_2 = 4\bar{\tau}(\bar{\tau}_1 - 2\bar{\tau}); \quad \Gamma = (\bar{\gamma} m \bar{\omega})^2; \quad (6)$$

$$d\bar{u} / d\bar{y} = -2\bar{\omega} = 2\bar{\tau}(\bar{\tau}_1 - \bar{\tau}); \quad \bar{y} = y / y_1; \quad y_1 > 0; \quad u_1 > 0; \quad \bar{v} = \nu / (u_1 y_1);$$

$$\bar{q}_0 \equiv q_0 c_1 y_1^2 / (\lambda u_1^2) = 4\bar{\tau}(-3\bar{\tau}_1 \bar{\tau} + 2\bar{\tau}^2 + 1); \quad \bar{\tau}_1 = (1 + \varepsilon^2)/(1 - \varepsilon^2); \quad (7)$$

$$\bar{p} = -\bar{\gamma} \bar{\tau}_{12} d\bar{u} / d\bar{y}; \quad \bar{\tau}_{12} = \bar{v} (d\bar{u} / d\bar{y}) [1 + (\bar{\gamma} d\bar{u} / d\bar{y})^2]^{-1};$$

$$\tau = (c_1 / u_1)(T - T_0); \quad c_1, y_1, T_0 - \text{const};$$

$$\bar{\sigma}_e = \bar{q}_0 / \bar{T}; \quad \bar{\sigma}_i = (u_{11} \bar{q} / \bar{T})^2; \quad \bar{\sigma} = \bar{\sigma}_e + \bar{\sigma}_i,$$

где ε – параметр решения; $\delta > 0$ при $\varepsilon^2 \neq 1$. Изотермический режим ($\varepsilon = 1$) был изучен в [1]. Если $\varepsilon^2 < 1$, то $\tau > 0$, течение происходит в «горячей» области, $T > T_0$. Если $\varepsilon^2 > 1$, то $\tau < 0$, имеем «холодную» область, $0 < T < T_0$. Безразмерные величины отмечены чертой сверху.

Решение (4)–(7) определяет течение вязкоупругой жидкости с объемным источником энергии и с двумя конкурирующими источниками импульса:

$$\bar{F}_{11} = -\bar{u} \bar{\zeta}_r, \quad \bar{\zeta}_r = 2D_1(1 + \bar{u}^2); \quad \bar{F}_{12} = 6D_1 \bar{\tau}^2 \bar{u}, \quad (8)$$

где $\bar{\zeta}_r$ – коэффициент сопротивления; \bar{F}_{11} – внешняя сила трения (сток импульса); \bar{F}_{12} – источник импульса, конкурирующий с силой сопротивления. Оба эти источника мультипликативным образом зависят от $D_1 = D_1(\Gamma)$. Результирующая массовая сила $\bar{F}_1 = \bar{F}_{11} + \bar{F}_{12}$ действует в продольном (вдоль оси OX) направлении. Условие $\bar{\zeta}_r \geq 0$ выполнено при $\Gamma(\bar{y}) \leq 1/4$, а это приводит к неравенству $\bar{\gamma}^2 m^2 \bar{\omega}_{\max}^2 \leq 1/4$, которое справедливо при подходящем выборе γ . В случае (8) наблюдается периодическое течение при $y \in (-\infty, \infty)$, $\varepsilon^2 \neq 1$.

Численные расчеты позволили подробно изучить конкурентное взаимодействие источника и стока импульса. Расчеты были проведены для «горячей» и «холодной» областей. На рис. 1 представлены результаты расчета производства энтропии при конкурентном взаимодействии источника и стока импульса. Следует обратить внимание на немонотонную зависимость производства энтропии от теплового потока и внутреннего источника энергии. Прикладные аспекты данной работы связаны с расчетами гидродинамических и тепловых параметров полупроводниковых расплавов.

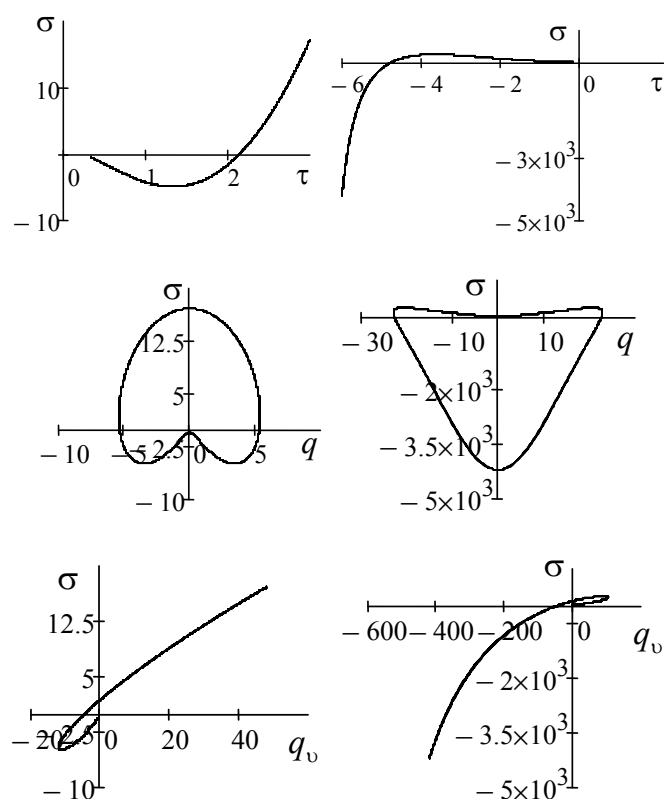


Рис. 1. Результаты расчета производства энтропии при конкуренции источника и стока импульса: левый столбец – «холодная» область; правый столбец – «горячая» область

Данная работа выполнена в рамках госпрограммы «Энергетические системы, процессы и технологии». Научный руководитель проекта – профессор О. Н. Шабловский.

Литература

1. Шабловский, О. Н. Тригонометрический профиль скорости сдвигового течения вязкой жидкости / О. Н. Шабловский // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Серия «Математика. Механика. Физика». – № 32 (249). – Вып. 5. – С. 77–82.
2. Шабловский, О. Н. Вихрь скорости и производство энтропии в релаксирующем потоке вязкой жидкости с внутренними источниками / О. Н. Шабловский // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2011. – № 5. – С. 55–65.

КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

П. Д. Седро

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. М. Евтухова

Механическая система – это совокупность материальных точек, у которых движения взаимосвязаны между собой. Если движения этих точек не ограничены никакими связями, то эта система называется свободной.

Одними из самых простых механических систем являются маятники.

Маятник – несвободная механическая система, состоящая из твердого тела (грузика), соединенного с некоторой неподвижной точкой с помощью стержня или нити. Такая система может совершать колебания, если нарушить ее равновесие, или приложить к ней некоторую силу.

Рассмотрим следующий маятник, не находящийся в положении равновесия, приняв его колебания за гармонические:

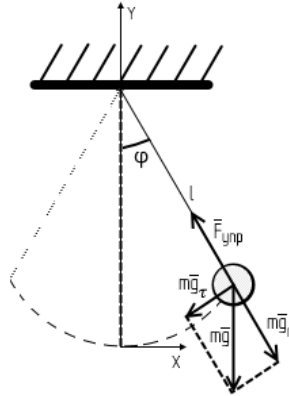


Рис. 1. Пример маятниковой системы

При отклонении маятника от положения равновесия на некоторый угол φ , на его дальнейшее поведение влияет сила тяжести. Видно, что нормальная компонента силы тяжести $m\vec{g}_n$ компенсируется силой упругости $\vec{F}_{упр}$. Исходя из этого, выразим уравнение движения маятника, используя 2-й закон Ньютона:

$$m\ddot{x} = -m\vec{g} \sin \frac{x}{l}.$$

Поскольку угол φ мал, справедливо следующее утверждение: $\sin \frac{x}{l} \approx \frac{x}{l}$.

Тогда получим:

$$m\ddot{x} = -m \frac{\vec{g}}{l} x.$$

Перенесем все в левую часть и введем замену $\omega_0^2 = \frac{\vec{g}}{l}$, и, упростив, запишем уравнение движения математического маятника:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0.$$

Решением данного уравнения является следующая функция:

$$x(t) = A \cos(\omega_0 t + \varphi),$$

где A – амплитуда колебаний; ω_0 – циклическая частота; φ – начальный угол отклонения (начальная фаза).

Генератор волн маятников. Генератором волн маятников (ГВМ) называется устройство конфигурации, представленной на рис. 2.

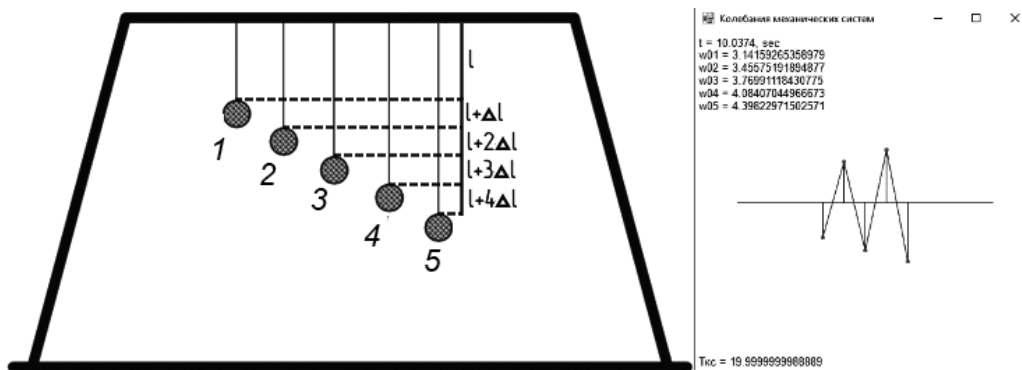


Рис. 2. ГВМ и его смоделированная «волна»

Маятники подвешивают таким образом, чтобы длина нити предыдущего маятника была меньше длины нити последующего. Решая уравнения, описывающие состояние конструкции, можно моделировать поведение системы маятников:

$$\begin{cases} \ddot{x}_1 + \frac{g}{l} x_1 = 0; \\ \ddot{x}_2 + \frac{g}{l + \Delta l} x_2 = 0; \\ \ddot{x}_3 + \frac{g}{l + 2\Delta l} x_3 = 0; \\ \ddot{x}_4 + \frac{g}{l + 3\Delta l} x_4 = 0; \\ \ddot{x}_5 + \frac{g}{l + 4\Delta l} x_5 = 0. \end{cases}$$

«Волна» – это кривая, проведенная через все грузики. При приведении такой системы маятников в движение можно наблюдать эффект «бегущей волны».

В результате эффекта «бегущей волны» в некоторый момент времени маятники занимают такие позиции, что «волна» с высокой точностью приобретает форму прямой линии.

Спустя некоторое количество времени после приведения системы в движение все маятники вернутся в свои начальные позиции. Это количество времени назовем «периодом колебания системы» ($T_{кс}$). Период колебания системы зависит от циклической частоты колебания маятников ω_0 , и может быть подсчитан с использованием численных методов с любой заданной точностью.

Состояние системы маятников в разные моменты времени приведены на рис. 3.

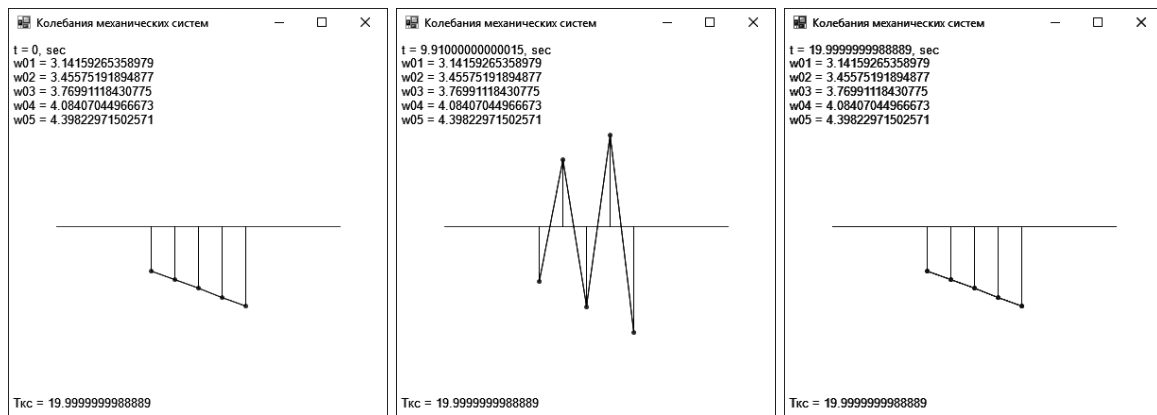


Рис. 3. Состояния системы маятников в разные моменты времени

Заключение. Маятники – это одни из самых простых механических систем, что позволяет удобно рассматривать их колебательные законы. Объединяя маятники в более сложные системы и исследуя их колебания, можно наглядно моделировать различные «волны».

Литература

1. Горбатый, И. Зависимость периода колебаний от амплитуды / И. Горбатый // Квант. – 2005. – № 2. – С. 27–29.
2. Седро, П. Волны маятника / П. Седро // Актуальные вопросы физики и техники : материалы VII Респ. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 25 апр. 2018 г. / Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель, 2018. – Ч. 1. – С. 275–277.

Научное издание

**ИССЛЕДОВАНИЯ
И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ,
ЭНЕРГЕТИКИ
И УПРАВЛЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
XIX Международной научно-технической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых**

Гомель, 25–26 апреля 2019 года

Ответственный за выпуск *Н. Г. Мансурова*

Редакторы: *Н. В. Гладкова, А. В. Власов, Т. Н. Мисюрова*

Компьютерная верстка: *Н. Б. Козловская, И. П. Минина*

Подписано в печать 03.10.19.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 72,07. Уч.-изд. л. 53,45.

Тираж 41 экз. Заказ № 642/31.

Издатель и полиграфическое исполнение

Гомельский государственный

технический университет имени П. О. Сухого.

Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя

печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.

пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель