

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

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

**МАТЕРИАЛЫ
XIII Международной научно-технической
конференции студентов, магистрантов
и молодых ученых**

Гомель, 25–26 апреля 2013 года

Гомель 2013

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

И88

*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 XIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2013 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 507 с.

ISBN 978-985-535-224-3.

Содержатся материалы XIII Международной научно-технической конференции по следующим направлениям: машиностроение; материаловедение и технология обработки материалов; энергетика; промышленная электроника; экономика; менеджмент и инновации; экономика и управление в агропромышленном комплексе; маркетинг; информационные технологии и моделирование; энергоэффективность, надежность и диагностика энергооборудования.

Для студентов, магистрантов и молодых ученых.

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

ISBN 978-985-535-224-3

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|--|----|
| <i>Рехлицкий О. В., Попов В. Б.</i> Развитие кормоуборочной техники производства ПО «Гомсельмаш» | 11 |
|--|----|

Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Могаддам Мохаммад А.</i> Разработка типовой системы управления для модернизации станков токарной группы | 20 |
| <i>Олехнович Д. Г., Ермилов С. В.</i> Технические средства для испытания предохранительных гидроклапанов | 23 |
| <i>Ермилов С. В.</i> Моделирование движения золотника распределителя в модуляторе гидравлической тормозной антиблокировочной системы | 26 |
| <i>Козловский М. Е., Наскевич В. Ю.</i> Исследование физико-механических свойств стали 45 после лазерной закалки | 30 |
| <i>Макаревич И. В., Веремей П. В.</i> Применение лазерной стереолитографии в энергомашиностроении | 32 |
| <i>Козлов В. Е., Трусов Д. И.</i> Перспективы развития технологий быстрого прототипирования | 35 |
| <i>Рюмцев А. А.</i> Разработка электронного каталога для решения задачи технического нормирования станочных работ в среднесерийном и крупносерийном производстве | 37 |
| <i>Ермоченко О. А.</i> Влияние параметров режущего инструмента на точность резьбы винтов шариковой винтовой передачи | 40 |
| <i>Петрушкевич В. В.</i> Влияние параметров вихревых головок на точность нарезаемой резьбы ходовых винтов | 43 |
| <i>Павлович Д. Н.</i> Математическое моделирование сложного движения ковша шасси многофункционального «Амкодор-332С» | 47 |
| <i>Кучин А. С.</i> Влияние параметров червячных фрез на точность нарезаемых колес ... | 50 |
| <i>Попков Д. В.</i> Определение радиальной нагрузки подшипников виброгрохота | 53 |
| <i>Шельманова Е. П.</i> Анализ процесса самозатачивания ножей измельчающего барабана кормоуборочного комбайна | 56 |
| <i>Ляхнович В. А.</i> Анализ системы сепарации зерноуборочного комбайна КЗС-10К ... | 59 |
| <i>Дядюшкин А. А.</i> Автоматизированное решение задачи об оптимальной расстановке оборудования на поточной линии | 62 |
| <i>Шевцов А. Е.</i> Устройство для определения усилия смыкания щипцов контрактора | 66 |
| <i>Ковалев А. С.</i> Модернизация кормоуборочного комбайна с целью снижения энергоемкости технологического процесса | 68 |
| <i>Фещин А. С.</i> Проектирование стенда для имитации работы заднего подъемно-навесного устройства энергосредства УЭС-2-250А | 72 |
| <i>Кнут Я. В.</i> Анализ возможности применения гидравлической трансмиссии в конструкции универсального энергетического средства УЭС-2-280А-1 | 75 |
| <i>Ляховец А. Н.</i> Анализ поведения математической модели ПНУ УЭС 290/450 в различных вариантах агрегатирования | 78 |
| <i>Яцко К. Н.</i> Сравнительный анализ крепления ножей измельчающих барабанов кормоуборочных комбайнов | 82 |

| | |
|---|-----|
| <i>Щилов В. О., Сиз Г. А.</i> Изучение эксплуатационных свойств борированных порошков для использования в электромагнитных порошковых муфтах | 84 |
| <i>Алехнович М. С.</i> Разработка алгоритма полуавтоматического построения расходно-перепадной характеристики для дросселирующего устройства с использованием метода конечных элементов | 88 |
| <i>Ильющенко А. А., Синецкий А. В.</i> Расчет уплотнений объемных гидромашин на примере шестеренчатых и аксиально-поршневых гидромашин (максимально возможных утечек)..... | 91 |
| <i>Кульгейко Н. М., Симанович А. С.</i> Исследование технологических свойств ферромагнитных абразивных материалов | 94 |
| <i>Прокопенко Н. Л.</i> Параметрический анализ рамы косилки в среде ANSYS..... | 96 |
| <i>Елисеенко Ю. Ю.</i> Автоматизация оптимальной расстановки рабочих мест, расположенных вдоль распределительного конвейера | 99 |
| <i>Кузнецова О. Л.</i> Сравнительный анализ конструкций систем выгрузки зерноуборочных комбайнов КЗС-10 и КЗС-1218..... | 102 |

Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

| | |
|--|-----|
| <i>Надежная Н. Л.</i> Исследование процессов релаксации напряжений в трикотажных полотнах для компрессионных изделий..... | 107 |
| <i>Товстелева А. И.</i> Сравнительный анализ методик количественного определения окалинообразования в металлургическом переделе | 111 |
| <i>Башлакова А. Л.</i> Аттестация механических свойств композитной арматуры | 113 |
| <i>Романов Д. А.</i> Изучение влияния интерметаллидных соединений на прочность связи слоев биметалла медь–алюминий..... | 114 |
| <i>Урецкая О. В., Дробышевская Н. Е., Павленок А. В., Подденежный Е. Н.</i> Получение ультрадисперсных порошков люминофоров методом горения..... | 117 |
| <i>Крижевский И. М., Яньшин М. Д.</i> Влияние термообработки на структуру и свойства латунированной проволоки из стали 80К..... | 120 |
| <i>Рожкова О. В.</i> Анализ причин образования дефекта «продир» при производстве бесшовных труб..... | 122 |
| <i>Прусенко И. Н.</i> Исследование прочностных свойств ХТС | 125 |
| <i>Сафанович А. И., Макашевская И. И.</i> Макроструктура образцов при различных скоростях осаждения..... | 129 |
| <i>Оборов М. В.</i> Теоретические основы методов определения режимов обжарки при производстве полупродуктов..... | 133 |
| <i>Орловская Я. М.</i> Исследование физико-механических характеристик износостойких порошковых композитов медь-углеродные нанотрубки | 136 |
| <i>Синицкий А. А.</i> Исследование живучести холодно-твердеющих смесей..... | 139 |
| <i>Радькин Я. И.</i> Применение программного комплекса ANSYS CFX для моделирования движения газового потока ротационной печи..... | 142 |
| <i>Бруевич Ю. В.</i> Деформационный нагрев и старение металла при волочении..... | 144 |
| <i>Прач С. И.</i> Способ комплексной оценки качества проволоки | 147 |
| <i>Авсейков С. В.</i> Формирование механических характеристик тонкой углеродистой латунированной проволоки в процессе тонкого волочения | 150 |
| <i>Поздняков Е. П.</i> Сравнительные характеристики карбидных и карбонитридных диффузионно-упрочненных слоев стали 35ХГСА..... | 153 |

| | |
|--|-----|
| <i>Хромова Л. С.</i> Моделирование механизма взаимодействия структурных составляющих высоколегированных сталей ледебуритного класса при знакопеременных нагрузках..... | 156 |
| <i>Самусевич А. А.</i> Определение технологической пластичности высоколегированных сталей с диффузионно-упрочненными слоями | 159 |

Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

| | |
|---|-----|
| <i>Юранов К. В.</i> Расчет переходных процессов в нелинейных цепях методом переменных состояния..... | 163 |
| <i>Волкова Е. Н.</i> Получение критериальных уравнений для определения коэффициентов теплоотдачи при парообразовании хладагентов R404a и R407c на технически гладких теплоотдающих поверхностях | 167 |
| <i>Болотин В. В.</i> Оценка энергоэффективности использования авиационных газотурбинных установок в составе мини-ТЭЦ..... | 170 |
| <i>Максименко Д. В.</i> Исследование влияния бытовых электроприемников на качество электроэнергии в системах электроснабжения жилых и административных зданий..... | 174 |
| <i>Никулина Т. Н.</i> Испытательный стенд и методика обработки опытных данных для получения теплотехнических характеристик теплообменного оборудования... .. | 178 |
| <i>Нижников А. А.</i> Применение теплонасосных установок в системах теплоснабжения..... | 181 |
| <i>Адаменко П. А.</i> Оценка энергозатрат при микродуговом оксидировании | 184 |
| <i>Родин А. В.</i> Режимы работы пародинамического термосифона | 187 |
| <i>Попичев В. В.</i> Методы расчета тепловых процессов в электродвигателях | 191 |
| <i>Агеенко Н. М.</i> Система тепловой защиты силового кабеля..... | 194 |
| <i>Гуз А. Ю.</i> Разработка программы по расчету условий оптимального горизонтального маневрирования электрической нагрузки с целью снижения пиковой мощности в среде Delphi | 197 |
| <i>Ходжалиев А. М.</i> К расчету нелинейных цепей переменного тока методом кусочно-линейной аппроксимации..... | 200 |
| <i>Сидоренко С. С., Курпель Д. А.</i> Определение энергоэффективности работы скважинных станций предприятия | 203 |
| <i>Широкова Д. О.</i> Характеристики электрического тока, потребляемого источниками света..... | 206 |
| <i>Голомысов А. Г.</i> Применение ВМ-технологии при проектировании жилых и общественных зданий | 210 |
| <i>Бортневская С. А.</i> Организация контроля качества электроэнергии в РУП «Гомельэнерго»..... | 213 |
| <i>Беляй А. Н.</i> Эффективность стабилизации напряжения в электросетях до 1 кВ организаций | 216 |
| <i>Субботенко Д. И.</i> Common Rail – шаг вперед на пути к экологичному дизелю..... | 219 |
| <i>Шилин М. А.</i> Экспериментальное исследование теплогидравлических характеристик сотовых уплотнений турбин | 222 |

Секция IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

| | |
|---|-----|
| <i>Михалевич Д. П.</i> Устройство для бесконтактного измерения постоянных токов ... | 225 |
| <i>Лукашов В. М.</i> Проблемы применения частотно-регулируемых электроприводов в нефтедобыче..... | 228 |

| | |
|--|-----|
| <i>Хананов В. А., Карпов А. В.</i> Повышение температурной стабильности измерительных преобразователей на основе датчиков Холла | 231 |
| <i>Кутень А. А., Сахарук А. В., Бурьев А. А.</i> Расчет ослабления сигнала при прохождении через среды «стенка трубы – изоляционное покрытие – грунт – воздух» ... | 233 |
| <i>Мельникаў А. В.</i> Імпульсны стабілізатар аноднага току для станцый катоднай абароны з кантролем ахоўнага патэнцыялу | 236 |
| <i>Прядко Ю. В.</i> Система электропитания считывающей электроники проекта «НИКА» | 238 |
| <i>Сталбоў М. В.</i> Параўнальны аналіз сродкаў кіравання ўнутрытрубнымі прыладамі падземных нафтаправодаў..... | 241 |
| <i>Благочинный А. В., Гачев М. В.</i> Устройство для изучения воздействия на психосоматическое состояние человека | 244 |
| <i>Попов В. Н.</i> Бытовой инкубатор | 247 |
| <i>Кочешов Е. В.</i> Измеритель параметров переходного процесса | 249 |
| <i>Ильющич Е. А.</i> Преимущества использования устройств со встраиваемыми операционными системами | 253 |

Секция V. ЭКОНОМИКА

| | |
|--|-----|
| <i>Рачкова И. В.</i> Анализ динамики уровней горизонтальной и вертикальной интеграции сельскохозяйственных организаций агропромышленного комплекса Гомельской области | 256 |
| <i>Полуян О. И.</i> Потенциал сотрудничества Республики Беларусь с транснациональными корпорациями..... | 259 |
| <i>Пятецкая Е. В.</i> Методика оценки и направления повышения инвестиционной привлекательности отраслей промышленности Республики Беларусь | 262 |
| <i>Рудаковский Я. С.</i> БРИКС: что ждать нового? | 265 |
| <i>Литош А. Н.</i> Резервы увеличения пропускной способности нефтепроводов ОАО «Гомельтранснефть Дружба» | 269 |
| <i>Курачева-Карповская А. Ю.</i> Качество как фактор повышения экспортных возможностей машиностроительных предприятий Республики Беларусь | 272 |
| <i>Полякова А. В.</i> Финансовое состояние предприятия: оценка и механизм управления | 275 |
| <i>Башарина М. В.</i> Современные проблемы модернизации предприятий станкостроительной промышленности Республики Беларусь | 277 |
| <i>Курбиева И. Ю.</i> Проблемы формирования и направления укрепления кадрового потенциала промышленных предприятий Республики Беларусь в современных условиях хозяйствования | 280 |
| <i>Родионова Н. Г.</i> Создание сборочных производств за рубежом как одна из форм продвижения белорусских товаров на экспорт | 284 |
| <i>Волкова Ю. А.</i> Вертикальные ограничения на товарных рынках: теоретические аспекты | 287 |
| <i>Попов Д. С.</i> Концептуальные направления развития легкой промышленности Республики Беларусь | 290 |
| <i>Плесская С. Л.</i> Совершенствование ценовой политики предприятия путем дифференциации отпускных цен с использованием р-срочной модели оценки аннуитетов | 293 |
| <i>Кончиц Н. В.</i> Анализ эффективности использования оборудования при определении производственной мощности на предприятии (на примере ОАО «8 Марта»)..... | 296 |

| | |
|---|-----|
| <i>Тиличенко П. В.</i> Организационно-экономические предпосылки создания сборочных производств сельскохозяйственной техники в странах СНГ | 299 |
| <i>Тычкова Е. В.</i> Механизмы антикризисного управления финансовой устойчивостью предприятия | 303 |
| <i>Евсеев Н. В.</i> Динамика развития и анализ хозяйственной деятельности производственного объединения «Гомсельмаш» за 2006–2010 годы | 306 |
| <i>Хмелевская В. С.</i> Программа технической модернизации промышленного предприятия (на примере ОАО «Мозырский машиностроительный завод») | 309 |
| <i>Крупейченко М. Н.</i> Методические особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях рисков и неопределенности внешней среды | 312 |
| <i>Липень М. В.</i> Человеческий капитал: основные элементы и особенности функционирования | 315 |
| <i>Будькова И. Л., Саранчук А. В.</i> Проблемы конкурентоспособности молодежи на рынке труда | 318 |

Секция VI. МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

| | |
|---|-----|
| <i>Турусова Н. В.</i> Совершенствование информационного обеспечения деятельности малых инновационных предприятий | 322 |
| <i>Емельянченко Я. В.</i> Организационные факторы инновационной восприимчивости предприятия | 325 |
| <i>Кулиш Е. В.</i> Национальный имидж как фактор экономической интеграции | 328 |
| <i>Полей А. Н.</i> Привлечение банков к венчурному финансированию в Республике Беларусь | 331 |
| <i>Лосева Ю. В.</i> Экономические и социальные факторы, определяющие состояние и динамику интеллектуальной миграции в Республике Беларусь | 333 |
| <i>Дупанова М. П.</i> Особенности интеллектуальной миграции Республики Беларусь | 336 |
| <i>Живицкая Ю. В.</i> Совершенствование механизма управления оборотными средствами предприятия | 339 |
| <i>Запольская Е. А.</i> Направления повышения доходности производственно-хозяйственной деятельности организации | 342 |
| <i>Карась А. В.</i> Амортизационная политика государства в современных условиях | 345 |
| <i>Коваль Я. С.</i> Проблемы и перспективы организации транспортного хозяйства на промышленных предприятиях | 348 |
| <i>Марсова А. А.</i> Повышение эффективности организации складского хозяйства предприятия | 351 |
| <i>Куцаренко Н. В.</i> Конкурентоспособность и оценка эффективности конкурентной деятельности организации в современных условиях | 354 |
| <i>Игнатенко Н. Н.</i> Формы воспроизводства основных средств и совершенствование их соотношения | 356 |
| <i>Водич О. И.</i> Техническое перевооружение предприятий как основная форма воспроизводства основных средств | 358 |

**Секция VII. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

| | |
|---|-----|
| <i>Дан О.</i> Управление продовольственной безопасностью Нигерии: проблемы и пути развития..... | 362 |
| <i>Ермалинская Н. В.</i> Оценка резервов повышения ресурсоотдачи в сельскохозяйственном производстве интегрированных формирований агропромышленного комплекса Гомельской области..... | 364 |
| <i>Матьякубов А. А.</i> Эффективность использования когенерационных установок на примере государственного предприятия «ГЗЛиН» | 367 |
| <i>Фесенко К. С.</i> Оценка уровня продовольственной безопасности Республики Беларусь | 370 |
| <i>Мандрик И. С.</i> Особенности предпринимательской деятельности в регионах, загрязненных радионуклидами | 373 |
| <i>Смолякова И. И.</i> Подходы к определению и оценке производственного потенциала сельскохозяйственных организаций | 376 |
| <i>Иванова В. С.</i> Методические основы оценки конкурентоспособности предприятий лесопромышленного комплекса | 379 |
| <i>Сарайкова Д. Б.</i> Развитие агротуризма в Республике Беларусь | 382 |
| <i>Тишкевич Н. В.</i> Бизнес-модель организации: актуальность разработки и характеристика основных элементов | 385 |
| <i>Тимошенко К. В.</i> Особенности внедрения систем менеджмента качества в Республике Беларусь..... | 388 |
| <i>Марковский С. Н., Нестеренко И. И.</i> Оценка прибыльности биржевых операций в Республике Беларусь..... | 391 |
| <i>Хлебаев Н. А.</i> Инновационный путь развития машиностроения как фактор укрепления агропромышленного комплекса Республики Беларусь | 394 |
| <i>Карлашова Е. Ю.</i> Внутренний аудит систем управления | 397 |

Секция VIII. МАРКЕТИНГ

| | |
|---|-----|
| <i>Домород А. В.</i> Методики оценки развития человеческого потенциала | 401 |
| <i>Антушевич Е. В.</i> Проблемы управления профессиональным спортом в Республике Беларусь..... | 404 |
| <i>Старотиторова Ю. А.</i> Совершенствование товаропроводящей сети ОАО «Гомельстекло» на рынке Российской Федерации | 407 |
| <i>Гвоздева Н. С.</i> Обоснование эффективности производства новой упаковки для продукции предприятия ОАО «Мозырьсоль»..... | 409 |
| <i>Руссу Ю. В.</i> Использование новых элементов рекламы в маркетинге | 412 |
| <i>Климук Н. Н.</i> Разработка рейтинговой оценки выбора поставщика для промышленного предприятия | 415 |
| <i>Топчевская Е. Ф.</i> Совершенствование выставочной деятельности ОАО «Светлогорский ЦКК» | 418 |
| <i>Михалевич Д. С.</i> Модели развития сельскохозяйственного машиностроения в мире..... | 421 |
| <i>Харытанчук Я. С.</i> CRM-системы и маркетинг | 425 |
| <i>Судилина Ю. А.</i> Организация занятия по обучению ткачеству как способ расширения спектра музейных услуг в Гомельской области | 428 |

Секция IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

| | |
|---|-----|
| <i>Заблоцкая Е. Н.</i> Облачные вычисления как средство повышения качества подготовки профессионалов и их личного самосовершенствования..... | 431 |
| <i>Мархель Т. А.</i> Многокритериальная параметрическая оптимизация подъемно-навесного устройства универсального энергетического средства УЭС-290/450 «Полесье»..... | 434 |
| <i>Лычковский А. В.</i> Задача сравнения иерархических моделей данных. Подходы к решению..... | 437 |
| <i>Богданов Д. Ю., Дубас Р. О.</i> Методические и программные средства обоснования решений по организации материального обеспечения войск в ходе боевых действий..... | 440 |
| <i>Денскевич Ю. А.</i> Автоматизация ведения режимно-технологической карты бурения нефтяных скважин..... | 443 |
| <i>Сидоракин Р. С.</i> Компьютерное моделирование гидравлического процесса бурения нефтяных скважин..... | 445 |
| <i>Капельчик А. И.</i> Логическое и функциональное моделирование автоматизированной системы государственной статистической отчетности..... | 447 |
| <i>Кульша Д. Г., Мицкевич Д. Н., Гончаревич Т. С.</i> Использование информационных технологий в обучении пешеходов правилам дорожного движения..... | 450 |
| <i>Пиюш Б.</i> Оптимальная декомпозиция многоходовых сумматоров по модулю два.... | 451 |
| <i>Храбров Д. Е.</i> Методика применения различных клеточных автоматов для генерирования псевдослучайных последовательностей..... | 454 |
| <i>Дешикович Р. В.</i> Проектирование и разработка пользовательского интерфейса Web-ресурса для решения типовых задач по физике..... | 457 |
| <i>Оплачиков А. О.</i> Логическое и функциональное моделирование веб-приложения для интернет-торговли..... | 460 |
| <i>Литвин А. Ю.</i> Моделирование режимов работы синхронных генераторов при коротких замыканиях в электроэнергетической системе..... | 463 |
| <i>Карсеко К. С.</i> Взрыв топливовоздушной смеси..... | 466 |
| <i>Бердникова А. Л., Манжос Ю. С.</i> Информационная технология моделирования сложных систем..... | 469 |
| <i>Кузнецова Ю. А.</i> Комплексное оценивание удобства использования графического интерфейса визуализаторов управляющих алгоритмов..... | 473 |
| <i>Данова М. А.</i> Автоматизация процесса прогнозирования научно-технического развития региона на основе технологии Форсайт..... | 476 |
| <i>Гриневич А. В.</i> Автоматизация учета процессинга нефтепродуктов..... | 479 |
| <i>Кострицкий В. П.</i> Разработка испытательно-отладочного программно-аппаратного комплекса на основе ICPDASPCI-1602..... | 481 |

Секция X. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

| | |
|--|-----|
| <i>Трофименков А. Л., Якубицкий А. Н., Калютчик В. С.</i> Способы восстановления работоспособности программируемых логических интегральных схем..... | 485 |
| <i>Странковский А. Ю.</i> Внедрение автоматизированной системы контроля вредных выбросов на Гомельской ТЭЦ-2..... | 488 |
| <i>Кизева В. С.</i> Сравнительный анализ различных источников света и оценка электромагнитной совместимости безэлектродных (индукционных) и светодиодных источников света..... | 491 |

| | |
|---|-----|
| <i>Дробов А. В., Галушко В. Н.</i> Статистический инструментарий нормирования потребления энергоресурсов..... | 494 |
| <i>Алферов А. А.</i> Оценка факторов, способствующих ускорению старения изоляции кабельных линий промышленных предприятий..... | 497 |
| <i>Савкова Т. Н.</i> Оценка точности измерений потребления электрической энергии светодиодными источниками света..... | 500 |
| <i>Астравик С. В.</i> Определение коэффициента полезного действия асинхронных электродвигателей электропривода производственных механизмов..... | 504 |

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

РАЗВИТИЕ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПО «ГОМСЕЛЬМАШ»

О. В. Рехлицкий, В. Б. Попов

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

Обеспечение населения продуктами животноводства – одна из самых актуальных задач, которую решала страна в послевоенные годы. В настоящее время и в ближайшем будущем актуальным является не только полное обеспечение населения Республики Беларусь продуктами животноводства, но и увеличение экспорта мясомолочной продукции. Реализация этой задачи ни в давние времена, ни сегодня невозможна без создания прочной кормовой базы.

Для обеспечения потребностей животноводства значительные площади отводятся под выращивание кормовых культур. Например, в Республике Беларусь в 2012 г. было отведено под посевы многолетних трав – 575 тыс. га, однолетних трав – 295,9 тыс. га, кукурузы на силос и зеленый корм – 696,6 тыс. га, а также под сенокосы и пастбища 1751,8 тыс. га, т. е. всего 3319,3 тыс. га – свыше 1/3, площади сельскохозяйственных земель, находящихся в пользовании сельхозорганизаций. Для своевременной заготовки кормов сельхозпроизводители содержат парк кормоуборочных комбайнов и косилок для трав, состоящий на 01.01.2013 г., соответственно, из 4378 и 7503 тыс. машин.

ПО «Гомсельмаш», выпускавший широкую номенклатуру машин для механизации животноводства, начиная с 1957 г. был перепрофилирован на производство силосоуборочных комбайнов и стал ведущим в СССР, а сегодня среди стран СНГ, предприятием по производству силосоуборочных и кормоуборочных комбайнов и другой кормоуборочной техники (рис. 1).

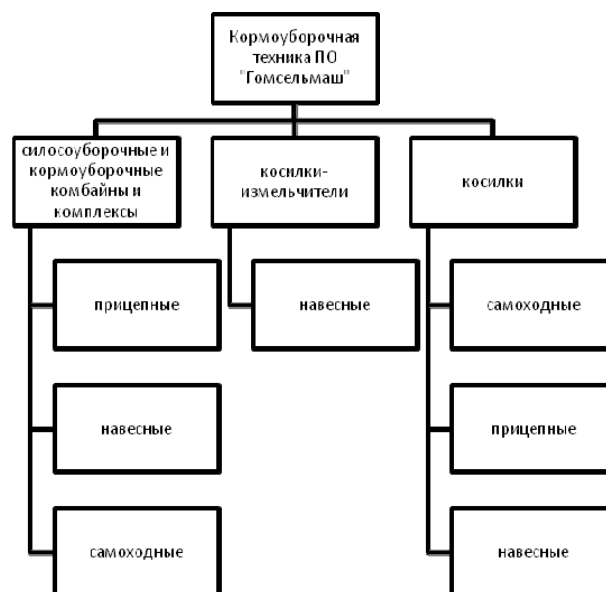


Рис. 1. Современная структура кормоуборочной техники ПО «Гомсельмаш»

Создание конструкций машин возложено на входящее в его состав республиканское конструкторское унитарное предприятие «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» (ГСКБ). Основанное в 1947 г. для разработки механизмов и машин, закрывающих «белые пятна» в области комплексной механизации трудоемких процессов в животноводстве, и перепрофилированное в 1957 г. для создания силосоуборочных комбайнов, специализированное конструкторское бюро было занято разработкой и постановкой на производство технически сложных высокопроизводительных машин. В настоящее время ГСКБ представляет собой крупный научно-инженерный центр, имеющий коллектив высококвалифицированных специалистов и мощную современную материально-техническую базу для проведения комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию широкой номенклатуры сложной наукоемкой техники для нужд сельского хозяйства, строительства, коммунального хозяйства и здравоохранения.

Все разработанные в ГСКБ силосоуборочные комбайны отвечали агротехническим требованиям своего времени. Они хорошо подходили для заготовки силоса из кукурузы в ранних фазах спелости зерна, были недороги, технологичны для массового производства, достаточно надежны, просты в эксплуатации и обслуживании. Однако устройство жатки и измельчающего аппарата не позволяло обеспечивать мелкое (размером частиц не более 30 мм) измельчение растительной массы даже при снижении производительности. Измельченная масса с большей длиной частиц приводила к значительным потерям непереваренными остатками, а также плохо уплотнялась при трамбовке в силосных траншеях, что приводило к ее быстрой порче при открытии траншеи. Кроме того, комбайны не были приспособлены для подбора провяленных трав.

В 1976 г. впервые в Советском Союзе в ГСКБ был разработан кормоуборочный комбайн КСК-100. С 1977 г. в ПО «Гомсельмаш» начато производство первого отечественного самоходного кормоуборочного комбайна КСК-100 с гидроприводом ведущих колес (рис. 2). Комбайн предназначен для скашивания зеленых и подбора из валков подвяленных сеяных и естественных трав, скашивания кукурузы и других силосуемых культур с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства, для приготовления сенажа и скашивания для непосредственного скармливания скоту.



Рис. 2. Самоходный кормоуборочный комбайн КСК-100

Впервые в практике ГСКБ была создана концепция комбайна с сужением потока массы перед измельчением. Комбайн состоял из самоходного измельчителя, с двигателем мощностью 200 л. с. и сменных адаптеров: жаткой для уборки кукурузы, позволяющей убирать кукурузу высотой до 4, жаткой для трав шириной захвата 5 м и подборщиком, шириной захвата 2,2 м.

С 1977 по 1987 г. было выпущено более 61,3 тыс. машин.

Комбайн КСК-100 обеспечивал гарантированное измельчение растительной массы на частицы длиной 30 мм. Длину резки можно было изменять в широком диапазоне перестановкой звездочек и изменением количества ножей на измельчающем барабане. В отличие от предшествующих машин комбайн оснащался поворотным силосопроводом с управляемым козырьком. Для дробления зерна на днище измельчающего аппарата мог устанавливаться рекаттер. Механизатор размещался в комфортабельной (по тем временам) кабине.

Для организации серийного производства «Гомсельмаш» было осуществлено строительство новых цехов, реконструкция старых и техническое переоснащение производства. С 1979 г. был начат выпуск прицепных кормоуборочных комбайнов КПКУ-75 (рис. 3), унифицированных с самоходным комбайном КСК-100. Комбайн предназначался для агрегатирования с трактором Т-150К (150 л. с.). С 1979 по 1988 г. было выпущено более 51,9 тыс. машин.



Рис. 3. Прицепной кормоуборочный комбайн КПКУ-75 с подборщиком

В 1979 г. было освоено производство самоходных кормоуборочных комбайнов повышенной проходимости КСК-100А-1, оснащаемых арочными шинами (рис. 8). Такая модификация комбайна могла работать на почвах с низкой несущей способностью, не увязая и не повреждая плодородный слой.

С 1987 г. взамен комбайна КСК-100 (спустя 10 лет после начала производства) объединение перешло к производству его более совершенной и надежной модификации КСК-100А. За период с 1987 по 1998 г. их было выпущено более 46,6 тыс.

К 1987 г. требования к качеству заготавливаемых кормов еще более возросли. Исследованиями, проведенными учеными Всесоюзного института кормов им. Р. Вильямса (ВИК), было установлено, что максимальное количество питательных веществ содержится в растениях, находящихся в фазе восковой спелости зерна. При этом для обеспечения полной поедаемости и лучшей усвояемости растения должны быть измельчены на частицы длиной до 10 мм, а зерна должны быть раздроблены.

Одновременно с этим в объединении начался последовательный переход от производства самоходных специальных машин для уборки кормов к уборочным комплексам на базе универсальных энергетических средств (УЭС).

В широко применяемых узкоспециализированных самоходных сельскохозяйственных машинах, выполняющих сложный технологический процесс, из-за ограниченных агротехнических сроков такие агрегаты, как сложные и дорогостоящие подсистемы общего назначения (двигатель, движитель, пост управления, гидросистема и др.) используются незначительное время, что существенно снижает эффективность машин.

Поэтому основой технической политики ПО «Гомсельмаш» стало последовательное формирование системы машин на основе универсального энергетического средства УЭС-250 «Полесье» и его модификаций и организация их серийного производства.

Анализ показывает, что для эффективного использования УЭС их годовая загрузка должна составлять не менее 600–800 часов, для чего необходимо иметь не менее 4-5 адаптеров. Для агрегатирования с универсальным энергетическим средством УЭС-250А (рис. 4) был создан кормоуборочный комбайн КПК-3000, состоявший из навесного измельчителя с дисковым измельчающим аппаратом, роторной жатки для уборки кукурузы, жатки для уборки трав и подборщика.



Рис. 4. Кормоуборочный комплекс на базе универсального энергетического средства УЭС-250

Планировалось, что остальной шлейф машин к энергосредству будет создаваться и производиться специализированными предприятиями. Однако отсутствие государственного финансирования на создание и освоение производства этих машин, а в дальнейшем и распад Советского Союза, показали, что наиболее сложные машины придется создавать и производить в Гомеле. В сжатые сроки силами ГСКБ были созданы и освоены производством агрегируемые с УЭС косилки-плющилки КПП-6 и свеклоуборочные комбайны КСН-6, позволившие частично решить проблему с уборкой трав на сенаж и сахарной свеклы в Республике Беларусь.

С 1993 г. в объединении было начато производство прицепного кормоуборочного комбайна КДП-3000 (рис. 5) по основным рабочим органам унифицированного с кормоуборочным комбайном КПК-3000. Выпускаемый по настоящее время комбайн агрегируется с энергонасыщенными тракторами.



Рис. 5. Прицепной кормоуборочный комбайн КДП-3000

Несмотря на видимые экономические преимущества универсальных энергетических средства, многие хозяйства с развитым животноводством желали иметь энергонасыщенный самоходный кормоуборочный комбайн.

Для удовлетворения этой потребности ГСКБ планировало разработать комбайн с двигателем мощностью 450 л. с., однако Минсельхозпрод Республики Беларусь (потребитель) потребовал, чтобы мощность двигателя комбайна не превышала 350 л. с. Поэтому ГСКБ был разработан самоходный кормоуборочный комбайн КВК-800 с двигателем мощностью 360 л. с. С 2004 г. ПО «Гомсельмаш» приступил к выпуску этих комбайнов.

Достаточно скоро комбайны такой энергонасыщенности перестали удовлетворять потребности отечественных сельхозпроизводителей. Для оснащения комбайна более мощным двигателем была проведена доработка конструкции комплекса КВК-800 и с 2008 г. выпускаются его модификации с двигателями мощностью 450 л. с. – модели КВК-800-16 (с двигателем фирмы «Мерседес-Бенц», Германия) и КВК-800-36 (с двигателем ОАО «ММЗ», Беларусь) (рис. 6).



Рис. 6. Кормоуборочный комбайн КВК-800-36 с жаткой для уборки грубостебельных культур

В настоящее время ведутся работы над еще одной моделью комбайна КВК-800-42 для производства в СП «Брянксельмаш».

Для удовлетворения потребности селян стран СНГ взамен морально устаревших комбайнов серии КСК-100А был разработан и в 2006 г. освоен производством самоходный кормоуборочный комбайн КСК-600 энергонасыщенностью 235 л. с. Комбайн во многом унифицирован с комбайном КСК-100А. Для узнаваемости был даже сохранен его силуэт (рис. 7).



Рис. 7. Комбайн КСК-600 на уборке трав

КСК-600 оснащен металлодетектором, гидросистемами ходовой части, рулевого управления и рабочих органов, привода адаптеров и питающего аппарата. Надежность выполнения технологического процесса, благоприятные условия работы водителя и простота в обслуживании и ремонте сделали его одной из востребованных машин по кормозаготовке.

В 2006 г. ГСКБ приступило к выполнению заданий программы Союзного государства «Создание и организация серийного производства комплексов высокопроизводительных сельскохозяйственных машин на базе универсального мобильного энергосредства мощностью 200–450 л. с. на 2006–2009 годы». Для кормоуборки были созданы навесной кормоуборочный комбайн КНК-420 и косилка-плющилка двухсекционная КПН-6-Ф, агрегируемые с универсальным энергосредством УЭС-210/280 (рис. 8) и навесной кормоуборочный комбайн КНК-500 для агрегирования с УЭС-290/450 (рис. 9).



а)

б)

в)

Рис. 8. Кормоуборочный комбайн КНК-420 с адаптерами:
 а – жаткой для уборки грубостебельных культур; б – жаткой для уборки трав;
 в – подборщиком, в агрегате с универсальным энергетическим
 средством УЭС-210/280

Комбайн КНК-420 отличается от своего предшественника – комбайна КПК-3000А – увеличенной сменной производительностью и более высокой сезонной наработкой за счет повышения технической надежности измельчителя и улучшения условий труда благодаря применению бесступенчатой регулировки длины резки с рабочего места оператора.

Комбайн КНК-500 отличается от комбайна КПК-3000А увеличенной сменной производительностью и более высокой сезонной наработкой за счет агрегатирования с УЭС мощностью до 450 л. с., повышения технической надежности измельчителя, увеличения ширины технологического тракта и применения адаптеров с увеличенной шириной захвата, а так же улучшения условий труда и снижения времени на техническое обслуживание благодаря применению бесступенчатой регулировки длины резки с рабочего места оператора, силосопровода с изменяемой высотой выгрузки, автоматического заточного устройства и механизма дистанционного открывания лючка, регу-лировки зазора в режущей паре.



а)



б)



в)

*Рис. 9. Кормоуборочный комбайн КНК-500 с адаптерами:
а – подборщиком, в агрегате с универсальным энергетическим средством
УЭС-290/450; б – жаткой для уборки трав; в – жаткой для уборки
грубостебельных культур*

Появление нового кормоуборочного комплекса КВК-8060 (производство начато с 2012 г.) обусловлено необходимостью удовлетворения потребности сельхозпроизводителей стран СНГ в высокопроизводительных кормоуборочных комплексах. КВК-8060 на сегодняшний день – это самый мощный кормоуборочный комплекс, выпускаемый на постсоветском пространстве, мощность его двигателя достигает 600 л. с. (рис. 10).



Рис. 10. Базовая модель комплекса КВК-8060 с жаткой для грубостебельных культур

Базовая модель комплекса КВК-8060 состоит из:

- измельчителя самоходного с двигателем мощностью 600 л. с.;
- жаток для грубостебельных культур (навесные, фронтальные, сплошного среза, роторные или коллекторные) шириной захвата 4,5 м, 6 м и 7,5 м;
- жатки для уборки трав (навесная, фронтальная, роторная, сплошного среза) шириной захвата 6 м;
- подборщика шириной захвата 3 м;
- тележки транспортной для перевозки жатки для трав или жатки для грубостебельных культур.

Самоходный комплекс в основной комплектации предусматривает применение низкопрофильных шин повышенной грузоподъемности, систему автоматического изменения давления в шинах ведущего моста в режимах «дорога-поле», ведущего управляемого моста, бортовой информационной управляющей системы (БИУС) на базе компьютера, обеспечивающей в том числе согласование частот вращения рабочих органов адаптеров с частотой вращения приемных валцов питающего аппарата в зависимости от выбранной длины резки, регулирование скорости движения комплекса в зависимости от загрузки двигателя, систему автоматического управления козырьком силосопровода в зависимости от положения дефлектора, автоматическую заточку ножей и выставление зазора между ножами и противорежущим брусом.

Создание типоразмерного ряда кормоуборочных комплексов на основе базовой модели КВК-8060, состоящего из 4-х моделей с двигателями мощностью 380, 450, 530 и 600 л. с. соответственно, благодаря высокой унификации и современному техническому уровню, позволит повысить качество заготавливаемых кормов в специализированных хозяйствах стран СНГ, сократить затраты на их производство, проведение технического обслуживания и ремонта техники, а также снизить напряженность в трудовых ресурсах.

Периоды изготовления кормоуборочных комбайнов и комплексов с 1977 по 2012 г. по моделям машин приведены на рис. 11.

| | КСК-100 | КСК-100А | К-Г-6 и его модификации | КСК-100А-2 | КСК-100А-3 | КВК-800 | КСК-600 | КВК-800-16/КВК-800-36 | КВК-8060 |
|--------|---------|----------|-------------------------|------------|------------|---------|---------|-----------------------|----------|
| Н.п.с. | 200 | 200 | 290 | 210 | 225 | 360 | 235 | 450 | 600 |
| 1977 | | | | | | | | | |
| 1978 | | | | | | | | | |
| 1979 | | | | | | | | | |
| 1980 | | | | | | | | | |
| 1981 | | | | | | | | | |
| 1982 | | | | | | | | | |
| 1983 | | | | | | | | | |
| 1984 | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | |
| 1986 | | | | | | | | | |
| 1987 | | | | | | | | | |
| 1988 | | | | | | | | | |
| 1989 | | | | | | | | | |
| 1990 | | | | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | |
| 1995 | | | | | | | | | |
| 1996 | | | | | | | | | |
| 1997 | | | | | | | | | |
| 1998 | | | | | | | | | |
| 1999 | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | | | |
| 2005 | | | | | | | | | |
| 2006 | | | | * | | | | | |
| 2007 | | | | * | | | | | |
| 2008 | | | | * | | | | | |
| 2009 | | | | * | | | | | |
| 2010 | | | | * | | | | | |
| 2011 | | | | * | | | | | |
| 2012 | | | | * | | | | | |

Рис. 11. Периоды изготовления кормоуборочных комбайнов и комплексов в ПО «Гомсельмаш» по моделям машин с 1977 по 2012 г.

В настоящее время ГСКБ завершает работу над созданием нового кормоуборочного комбайна КВК 6025 энергонасыщенностью 255 л. с. (рис. 12), призванного заменить комбайн КСК-600. Комбайн имеет современный дизайн и оснащение.



Рис. 12. Кормоуборочный комбайн КСК-6025 на уборке кукурузы

Вместе с тем он будет комплектоваться адаптерами, конструкция которых доказала свою состоятельность многолетней эксплуатацией. Планируется, что в 2014 г. комбайн будет поставлен на производство, а в 2014 г. будет готова к производству его модификация с двигателем 300 л. с. – КВК-6030.

СЕКЦИЯ I МАШИНОСТРОЕНИЕ

РАЗРАБОТКА ТИПОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

Акбари Могаддам Мохаммад

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель Ю. Е. Лившиц

В современных условиях высокой конкуренции и все больших требований к точности и качеству продукции устаревший парк станочного оборудования является существенной проблемой. Современный рынок, который предъявляет все большие требования к продукции, вынуждает к обновлению либо модернизации станочного парка.

В большинстве случаев замена электромеханической части станка (электропривода), системы управления и электроавтоматики совместно с доработкой основных узлов позволяют добиться значительного увеличения точности и динамики станка до приемлемого уровня, а также существенно повысить надежность.

Существенным аргументом в пользу модернизации как способа обновления станочного парка является то, что с 2004 г. Минским заводом вычислительной техники освоен выпуск современных систем ЧПУ «ИРИС М64», которые по своим характеристикам сравнимы с системами ЧПУ мировых производителей, таких как Mitsubishi, Siemens, Fanuc и т. д.

При решении проблем модернизации рассматривается комплексный подход, учитывающий существующие теоретические и практические наработки в нашей стране и зарубежный опыт.

При модернизации используется современная отечественная PCNC система ЧПУ «ИРИС». Система ЧПУ «ИРИС М64» модульная и обладает широкими возможностями для адаптации под конкретную конфигурацию системы. Современная структура и наличие различных интерфейсов позволяют как объединить ее с различным вспомогательным оборудованием, так и интегрировать ее в систему управления предприятиями.

Все это делает «ИРИС М64» оптимальным выбором в качестве системы управления при модернизации большинства токарных и фрезерных станков.

Система УЧПУ «ИРИС М64» построена на базе промышленного компьютера. Для получения максимальной производительности в УЧПУ используются высокопроизводительные модуль ЧПУ MELDASMAGIC М64 производства Mitsubishi Electric Corp. Модуль MELDASMAGIC 64 реализован на основе двух 64-битных RISK процессоров. Контроллер MELDASMAGIC М64 выполнен в виде отдельной платы, устанавливаемой в PCI слот персонального компьютера. Плата контроллера ЧПУ в свою очередь соединена с базовым модулем входов/выходов и платой подключения. Характеристики модуля ЧПУ представлены в таблице.

Система УЧПУ поддерживает работу в режимах: автоматический, предустановка (MDI), наладка, выход в нулевую точку.

Разработка технологических программ выполняется на широко известном языке G-кодов. Набор команд идентичен системе Mitsubishi и совместим с системой фирмы

Fanuc. Система УЧПУ поддерживает функции линейной, круговой, винтовой и сплайн интерполяции, автоматической смены инструмента и другие функции в объеме, соответствующем системам MELDASMAGIC серии M60 производства Mitsubishi Electric Corp.

Система УЧПУ управляется с помощью пульта оператора. Пульт оператора встроены в стойку, имеющую степень защиты оболочки IP54. Расположенный на передней панели стойки порт USB предназначен для переноса технологических программ.

Питание устройств, находящихся в стойке ЧПУ (промышленный компьютер, станочный пульт, блоки удаленных входов-выходов), осуществляется от стабилизированного блока питания DR-120-24. DR-120-24 установлен в стойке ЧПУ на ДИН рейку. Подключение блока питания DR-120-24 к сети 230V производится через источник бесперебойного питания (ИБП). ИБП устанавливается отдельно от блока питания DR-120-24, вне стойки ЧПУ, и обеспечивает возможность корректного завершения работы при выключении питания общим выключателем системы ЧПУ.

Характеристики ЧПУ MELDASMAGIC M64

| Характеристика | MELDASMAGIC 64 |
|--|--|
| Типы станков | Токарные, фрезерные и совместимые с ними по способу управления |
| Максимальное количество управляемых осей (шпиндели + оси позиционирования + вспомогательные оси) | 7 для токарных 6 для фрезерных |
| Количество систем (одновременно выполняемые, взаимно синхронизируемые программы) | 2 (только для токарной версии) |
| Количество интерполируемых осей | 6 |
| Количество одновременно интерполируемых осей | 4 |
| Количество вспомогательных (дополнительных) осей | 4 |
| Количество шпинделей | 2 |
| Возможность позиционирования шпинделя | да |
| Поддержка аналоговых шпинделей | да |
| Количество входов/выходов | 256/256 |
| Максимальный размер технологической программы | Более 32000 шагов |

Отсутствие в пульте оператора высокого напряжения соответствует европейским нормам электробезопасности.

Плата контроллера ЧПУ, через PCI шину, подключенная к промышленному компьютеру, подключается одним кабелем к базовому блоку ввода/вывода, вторым кабелем плата контроллера ЧПУ подключается к плате подключений. Плата подключения конструктивно крепится на 4 стойках поверх платы ввода-вывода и установлена вместе с платой ввода-вывода в шкафу электроавтоматики. Максимальная длина кабелей, с помощью которых плата контроллера ЧПУ подключается к плате ввода-вывода и плате подключений, составляет 15 м. Этого достаточно, чтобы расположить управляющую часть станка в удалении от силовой.

Присоединенные к плате подключений генератор тактовых импульсов и кнопка аварийной остановки выведены на пульт оператора.

Для повышения безопасности и для повышения надежности работы всей системы в целом силовое оборудование (блоки питания, трансформаторы и т. д.) и основное оборудование (сервоусилители) установлены в шкафу электроавтоматики. Также в шкафу установлена вся пускозащитная аппаратура, необходимая для корректной работы основного и силового оборудования.

Шкаф электроавтоматики можно условно разделить на 2 части: силовую и управляющую.

Силовая часть служит для преобразования трехфазного напряжения, подводимого к шкафу электроавтоматики, в ряд стабилизированных напряжений, необходимых для корректной работы основного оборудования, установленного в нем (плата ввода-вывода, плата подключения, сервоусилители). Отдельные цепи питания включены через отдельные автоматические выключатели, что обеспечивает надежность и безопасность, а также предотвращает повреждения дорогостоящего оборудования в результате короткого замыкания.

Управляющая часть шкафа электроавтоматики состоит из 3 сервоусилителей серии MDS-C, блока питания сервоусилителей – MDS-C1-CV-75.

В результате работы проведен анализ способов модернизации металлообрабатывающего оборудования на примере токарного патронного полуавтомата 16К20. Разработан проект модернизации с использованием современной системы числового программного управления белорусского производства «ИРИС М64». Модульность архитектуры данной системы позволит легко решить вопрос ее конфигурации под конкретную систему, а также вопрос ее установки на металлообрабатывающее оборудование.

В ходе работы разработаны схемы подключений устройств электроавтоматики и приводов подачи и главного шпинделя. При модернизации также задействовались дополнительные модули ЧПУ: блоки удаленных входов/выходов и блок аналоговых сигналов. Блоки электроавтоматики ЧПУ и работа подключенных к ним устройств управляется с помощью разработанной программы электроавтоматики на языке РСК.

Структурная схема системы управления станком приведена на рис. 1.

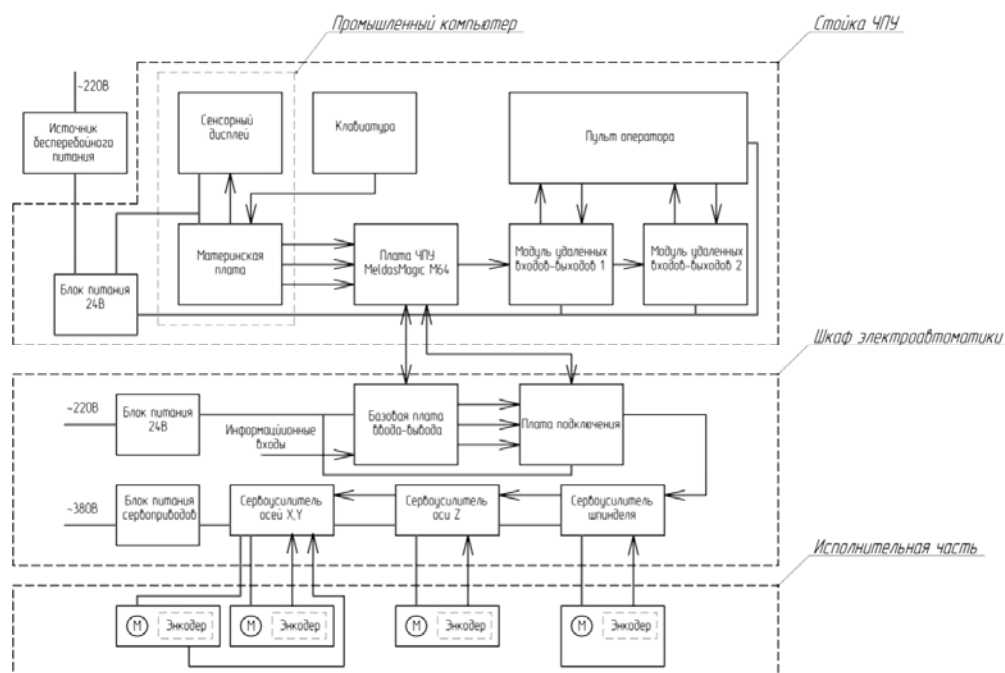


Рис. 1. Структурная схема системы управления станком

внимания заслуживает установка, схема которой представлена на рис. 2 [1]. Она служит для определения функционирования клапанных устройств, а также исследования основных параметров их функциональных циклов на установившихся и переходных режимах.

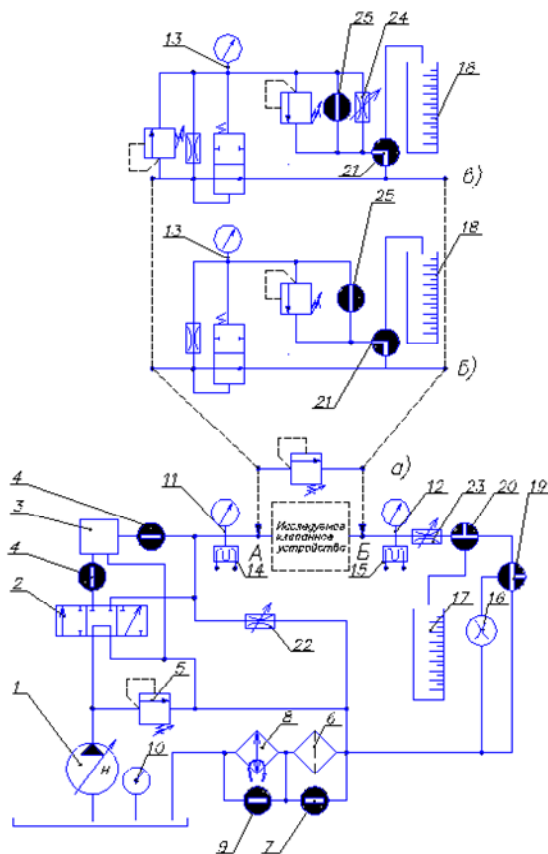


Рис. 2. Схема установки для исследования клапанных устройств

Исследуемые клапанные устройства подсоединяются входным каналом к нагнетательной магистрали установки в точке *A*, а выходным – к сливной в точке *B*.

Распределитель 2 обеспечивает подвод жидкости к клапанам непосредственно от насоса 1 или через регулятор расхода 3. Для блокирования регулятора от высоких давлений при непосредственном подводе рабочей жидкости к исследуемому клапану предназначены поворотные краны 4 и 4'.

На установившихся режимах величина давления рабочей жидкости контролируется манометрами 11 (нагнетательная магистраль на входе в исследуемый клапан), 12 (сливной канал на выходе из него), 13 (полость управления двухкаскадных клапанов). Для записи изменения давления в нагнетательной и сливной магистралях установлены тензодатчики 14 и 15. Большие расходы измеряются расходомером 16, малые – с помощью мерных сосудов 17 и 18. Подключение средств замеров расхода обеспечивается поворотными кранами 19, 20 и 21.

Плавное нагружение двухкаскадных клапанов обеспечивается дросселем 22 при включенном в рабочее положение золотнике 2 и закрытом поворотном кране 25. Резкое нагружение производится при закрытых дросселях 22, 24, кране 25 путем переключения золотника 2 с нейтрального положения в рабочее.

Б. В. Сабадахом [1] были предложены ряд оценочных показателей качества клапанных устройств по переходным режимам при проведении экспериментальных исследований:

- коэффициент чувствительности к срабатыванию: $K_c = \frac{p_n}{p_{\max}}$;
- коэффициент затухания колебаний: $K_z = \frac{p_{\max} - p_{\min} - p'_{\max} + p'_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}$;
- коэффициент интенсивности затухания колебаний: $K_{и.з} = \frac{p_{\max} - p_{\min} - p'_{\max} + p'_{\min}}{t}$;
- коэффициент динамической стабильности рабочего этапа: $K_{д.с} = \frac{p'_{\max} + p'_{\min}}{2p_n}$,

где p_n – нормативная величина давления; p_{\max} , p_{\min} – максимальное и минимальное давление после срабатывания клапана; p'_{\max} , p'_{\min} – максимальное и минимальное давление в установившемся режиме; t – продолжительность затухания колебаний.

В процессе испытаний возникает необходимость качественно и количественно оценить динамические процессы, сопровождающие работу предохранительного гидроклапана, такие как пульсации давления и уровень шума.

Существуют различные виды датчиков давления: тензометрические (тензодатчики), пьезорезистивные (пьезоэлектрические и пьезорезонансные), емкостные, оптические (волоконно-оптические и оптоэлектронные), магнитные, ионизационные и др. Наиболее распространенным средством измерения являются тензодатчики и пьезодатчики. Давление и пульсации давления передаются на чувствительные элементы датчиков, так, например, на обкладках пьезоэлемента появляется знакопеременное напряжение, величина которого меняется с изменением величины пульсации давления. Так как электрический сигнал в пьезоматериале выделяется только при деформировании, а при постоянном давлении деформирование не происходит, то этот датчик лучше всего подходит для измерения быстроменяющегося давления.

При деформации тензорезистора также происходит изменение его электрического сопротивления. К достоинствам таких датчиков относятся широкое распространение, невысокая стоимость и простота использования. Однако недостатками являются существенные гистерезисные эффекты от воздействия давления и температуры.

Во время работы клапана движение деталей сопровождается их соударениями, в результате которых по механизмам распространяются упругие колебания, которые могут быть измерены специальными датчиками.

В качестве приемников вибраций обычно используют пьезоэлектрические датчики ускорений, преобразующие механические колебания элементов системы в электрические сигналы. Также применяются виброанализаторы – инструменты для определения неисправностей промышленного оборудования, позволяющие проводить анализ и измерение сигнала, а также его общего уровня. При снятии шумовых характеристик, используются специальные приборы: шумомеры-анализаторы. При помощи таких приборов можно по частоте шума, присутствующего в процессе работы предохранительных клапанов, определить, какая деталь является источником шума или вибраций. После чего производится анализ уровня шума.

Выполненный обзор и анализ схем и методов испытаний гидроаппаратов позволит разработать схему стенда для проведения экспериментальных исследований предохранительных клапанов непрямого действия, оснащенную современными измерительными преобразователями с возможностью регистрации динамических характеристик на ПЭВМ.

Литература

1. Сабадах, Б. В. Исследование влияния конструктивных факторов на качество работы тракторных устройств гидросистем : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / Б. В. Сабадах ; БПИ. – Минск, 1978.
2. ГОСТ 20245–74. Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний. Введ. 01.07.76. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 45 с.
3. ISO 4126–1. Устройства предохранительные для защиты от избыточного давления. Ч. 1 : Предохранительные клапаны.
4. ОАО «ГСКТБ ГА». Стенд для испытания, диагностики гидрооборудования сельскохозяйственных машин и фильтрации масла Г477. – Режим доступа: www.gsktb.com/html/pdf/G477.pdf.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗОЛОТНИКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ В МОДУЛЯТОРЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТОРМОЗНОЙ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ

С. В. Ермилов

Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск

Научный руководитель М. И. Жилевич

В настоящее время антиблокировочные системы (АБС) являются обязательной частью практически всего спектра автотранспортных средств. Важнейшим элементом АБС является модулятор, содержащий, как правило, два гидрораспределителя с электромагнитным управлением для регулирования давления в тормозном цилиндре.

Динамические процессы в АБС обуславливаются сжимаемостью рабочей жидкости (РЖ), колебаниями давления, характером преодолеваемой нагрузки. Кроме того, на динамику гидропривода и эффективность работы тормозной системы в целом существенное влияние могут оказывать внутренние процессы в гидрораспределителе, сопровождаемые колебаниями запирающих элементов. Это обуславливает актуальность исследования динамики распределителя в составе модулятора АБС.

В связи с этим была поставлена задача разработать математическую модель золотникового распределителя в составе гидропривода с исполнительным гидродвигателем. Расчетная схема представлена на рис. 1.

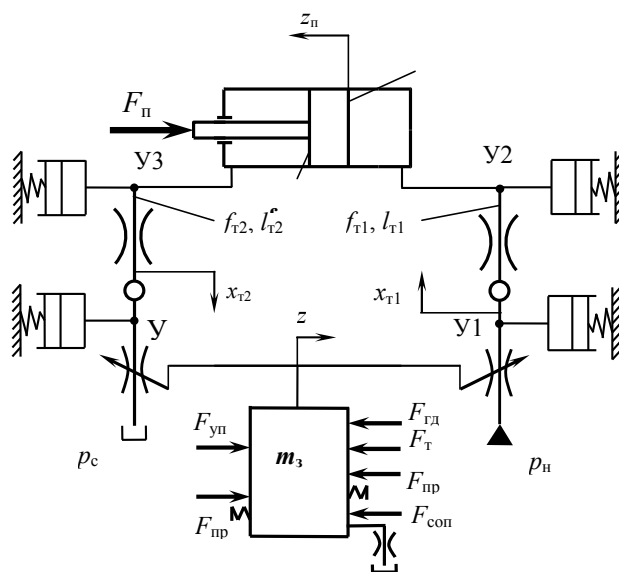


Рис. 1. Расчетная схема гидропривода

При составлении расчетной схемы был принят ряд допущений. Гидропривод рассматривается как система с сосредоточенными параметрами. Предполагается, что свойства РЖ (температура, плотность, вязкость, количество нерастворенного воздуха) не изменяются во время переходного процесса, утечки и кавитация отсутствуют, жидкость сжимаема. Гидропривод разделяется узлами $У_i$ (характерными точками) на отдельные участки. Участок У1–У2 моделирует трубопровод высокого давления от распределителя до исполнительного гидроцилиндра, участок У3–У4 – трубопровод низкого давления. На рис. 1 приняты следующие обозначения: m_1, m_2 – приведенная масса РЖ в трубопроводах; $x_{т1}, x_{т2}$ – перемещение столба РЖ в трубопроводах; R_1, R_2 – эквивалентное сопротивление трубопроводов, имеющих площади проходных сечений $f_{т1}$ и $f_{т2}$, длины $l_{т1}$ и $l_{т2}$; $z_{п}$ – перемещение поршня гидроцилиндра; $\psi(p_i)$ – коэффициент податливости рабочей жидкости.

Для учета сжимаемости РЖ будем предполагать, что в узле У1 сосредоточена РЖ, заполняющая трубопровод высокого давления, в узле У2 – переменный объем бесштоковой полости гидроцилиндра, в узле У3 – переменный объем штоковой полости гидроцилиндра, в узле У4 – объем РЖ, заполняющей трубопровод низкого давления.

В общем случае система уравнений, описывающая динамику гидропривода, включает в себя три типа уравнений, которые соответствуют физическим процессам в этих приводах: уравнения движения жидкости, баланса расходов и движения перемещающихся масс.

Уравнения течения рабочей жидкости в элементах гидропривода составляются на основе баланса давлений на участке гидроцепи:

$$p_i = p_{i+1} + p_{li} + p_{mi} + p_{ji},$$

где p_i и p_{i+1} – давление на входе и выходе участка; p_{li}, p_{mi}, p_{ji} – потери давления по длине магистрали, местные и инерционные.

Уравнение расходов для i -го узла представляет собой алгебраическую сумму входного $Q_{вх.i}$ и выходного $Q_{вых.i}$ расходов и расхода $Q_{ид}$ на деформацию сосредоточенного в узле объема V_i жидкости

$$Q_{вх.i} - Q_{вых.i} - Q_{ид} = 0.$$

Дифференциальное уравнение движения поршня гидродвигателя отражает его равновесие под действием приложенных сил:

$$m_{п} \frac{d^2 z_{п}}{dt^2} = F_a - F_c,$$

где $m_{п}$ – масса подвижных частей, приведенная к поршню; F_a, F_c – сумма активных движущих сил и сил сопротивления, действующих на поршень гидроцилиндра.

Уравнение движения золотника в общем виде:

$$m_3 \frac{d^2 z}{dt^2} = F_{упр} + F_{пр1} - F_{пр2} - F_{тр} - F_{гд} - F_{сопр},$$

где $F_{тр}$ – сила трения золотника; $F_{упр}$ – сила со стороны элементов управления (развиваемая электромагнитом или сила давления на торец золотника); $F_{пр1}, F_{пр2}$ – сила

возвратных пружин; $F_{\text{сопр}}$ – сила сопротивления, например, со стороны замедлительного клапана; $F_{\text{гд}}$ – гидродинамическая сила, действующая на золотник, m_3 – масса золотника.

В результате преобразований получается замкнутая система дифференциальных уравнений, моделирующая гидропривод с золотниковым распределителем (рис. 1).

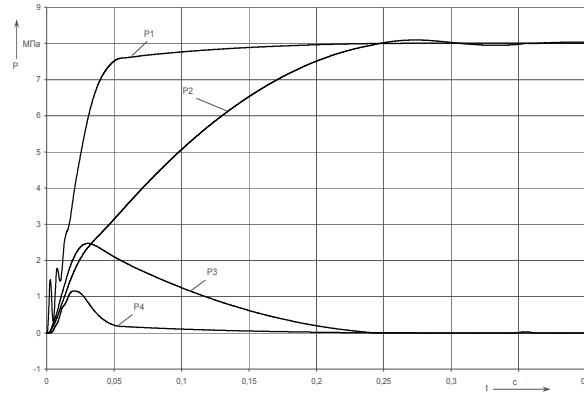


Рис. 2. Изменение давления в узловых точках

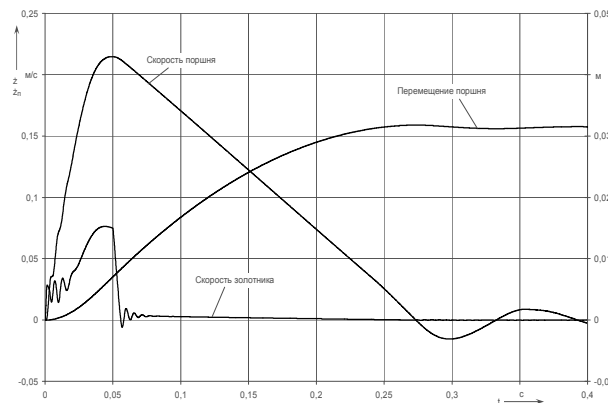


Рис. 3. Характеристики движения поршня и золотника

$$a_{11} \frac{d^2 x_{\tau 1}}{dt^2} = p_1 - p_2 - a_{21} \left(\frac{dx_{\tau 1}}{dt} \right)^2 \operatorname{sgn} \frac{dx_{\tau 1}}{dt} - a_{31} \frac{dx_{\tau 1}}{dt};$$

$$a_{12} \frac{d^2 x_{\tau 2}}{dt^2} = p_3 - p_4 - a_{22} \left(\frac{dx_{\tau 2}}{dt} \right)^2 \operatorname{sgn} \frac{dx_{\tau 2}}{dt} - a_{32} \frac{dx_{\tau 2}}{dt};$$

$$\frac{dp_1}{dt} = \left(\mu \pi D_3 z \sqrt{\frac{2(p_H - p_1)}{\rho}} - f_{\tau 1} \frac{dx_{\tau 1}}{dt} \right) (E_a + a_p p_1) / f_{\tau 1} l_{\tau 1};$$

$$\begin{aligned} \frac{dp_2}{dt} &= \left(f_{\tau 1} \frac{dx_{\tau 1}}{dt} - f_{\Pi} \frac{dz_{\Pi}}{dt} \right) (E_a + a_p p_2) / f_{\Pi} (z_{\Pi 0} + z_{\Pi}); \\ \frac{dp_3}{dt} &= \left(f_{\text{ш}} \frac{dz_{\Pi}}{dt} - f_{\tau 2} \frac{dx_{\tau 2}}{dt} \right) (E_a + a_p p_3) / f_{\text{ш}} (z_{\Pi \max} - z_{\Pi}); \\ \frac{dp_4}{dt} &= \left(f_{\tau 2} \frac{dx_{\tau 2}}{dt} - \mu \pi D_3 z \sqrt{\frac{2(p_4 - p_c)}{\rho}} \right) (E_a + a_p p_4) / f_{\tau 2} l_{\tau 2}; \\ m_3 \frac{d^2 z}{dt^2} &= F_{\text{уп}}(t) + c_{\text{пр}1}(x_1 - z) - c_{\text{пр}2}(x_2 + z) - F_{\text{тр.п}} \operatorname{sgn} \frac{dz}{dt} - \\ &\quad - \nu \rho \frac{A_{\max}}{\varepsilon} \frac{dz}{dt} - 2\mu^2 \pi D_3 z \cos \theta (p_{\Pi} - p_1 + p_4 - p_c) - \\ &\quad - f_{\tau 3} \left[0,5 \rho \left(\frac{f_{\tau 3}}{\mu_{\text{др}} f_{\text{др}}} \right)^2 \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 \operatorname{sgn} \frac{dz}{dt} + p_c \right]; \\ m_{\Pi} \frac{d^2 z_{\Pi}}{dt^2} &= p_2 f_{\Pi} - p_3 f_{\text{ш}} - (F_{\text{тр.п}} \operatorname{sgn} \frac{dz_{\Pi}}{dt} + k_{\text{в}} \frac{dz_{\Pi}}{dt}) - (C_0 + C_1 z_{\Pi}), \end{aligned}$$

где $a_{1i} = \rho l_{\tau i}$; $a_{2i} = 0,5 \zeta_i \rho + 0,443 \frac{k_{\text{ei}} \rho l_{\tau i}}{\sqrt{f_{\tau i}}}$; $a_{3i} = 27,5 \frac{\rho \nu l_{\tau i}}{f_{\tau i}}$; ζ_i – коэффициент местного

сопротивления; k_{ei} – коэффициент, зависящий от относительной шероховатости трубопровода; E_a – базовый адиабатический модуль упругости РЖ; a_p – коэффициент, учитывающий влияние давления на модуль упругости РЖ, $z_{\Pi 0}$ – начальное расстояние между поршнем и крышкой гидроцилиндра в бесштоковой полости; $z_{\Pi \max}$ – расстояние между поршнем и крышкой гидроцилиндра в штоковой полости в начальном положении; $F_{\text{тр.п}}$ – сила сухого трения; $k_{\text{в}}$ – коэффициент вязкого трения поршня о стенки цилиндра; C_0 – постоянная нагрузка, а C_1 – коэффициент позиционной нагрузки; $c_{\text{пр}1}$, $c_{\text{пр}2}$ – коэффициенты жесткости пружин; x_1 , x_2 – предварительный натяг пружин; $f_{\text{др}}$, $\mu_{\text{др}}$ – площадь и коэффициент расхода дросселя; θ – угол наклона вектора гидродинамической силы к оси золотника; μ – коэффициент расхода распределителя; A_{\max} – площадь дроссельной щели; ν – кинематическая вязкость, ε – зазор между золотником и корпусом распределителя.

Разработана программа решения полученной системы уравнений методом Рунге–Кутты четвертого порядка, выполнены тестовые расчеты. Некоторые результаты представлены на рис. 2 и 3. Расчетные динамические характеристики, по меньшей мере, качественно соответствуют ожидаемым физическим процессам, что позволяет сделать предварительный вывод о работоспособности и адекватности математической модели.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 45 ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ

М. Е. Козловский, В. Ю. Наскевич

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель П. В. Веремей

Введение

Весьма актуальным является повышение износостойкости трущихся поверхностей путем их упрочнения. К упрочняющим технологиям относят термическую и химико-термическую обработку (ТО и ХТО), обработку поверхностным пластическим деформированием (ППД) и их комбинации. Перспективным направлением развития технологий упрочняющей обработки является использование высококонцентрированных источников энергии, в частности, волоконных лазеров для поверхностной термической обработки (закалки) металлов и сплавов. В результате лазерной закалки достигается высокая твердость поверхности, высокая дисперсность структуры, уменьшение коэффициента трения, увеличение несущей способности поверхностных слоев [1].

Лазерная закалка сталей

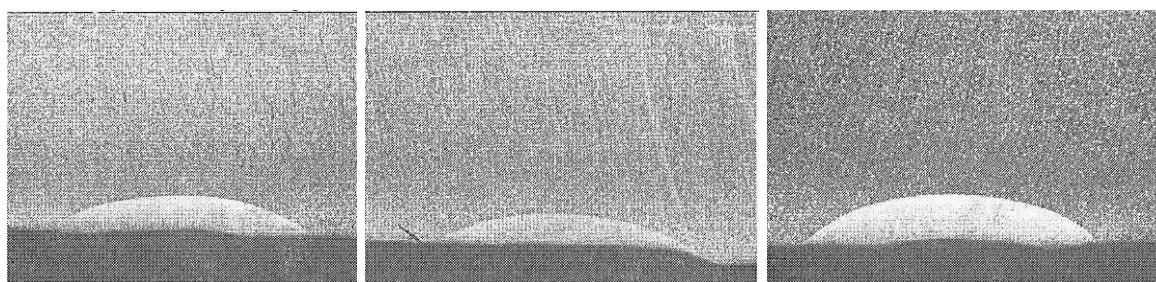
Технология поверхностной лазерной закалки основана на локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого участка со сверхкритической скоростью в результате теплоотвода во внутренние слои металла.

В отличие от известных процессов термоупрочнения закалкой токами высокой частоты, электронагревом, закалкой из расплава и другими способами нагрев при лазерной закалке является не объемным, а поверхностным процессом. При этом время нагрева и время охлаждения незначительны, практически отсутствует выдержка при температуре нагрева. Эти условия обеспечивают высокие скорости нагрева и охлаждения обрабатываемых поверхностных участков. Вследствие указанных особенностей происходит формирование мелкодисперсной структуры, обладающей повышенной износостойкостью.

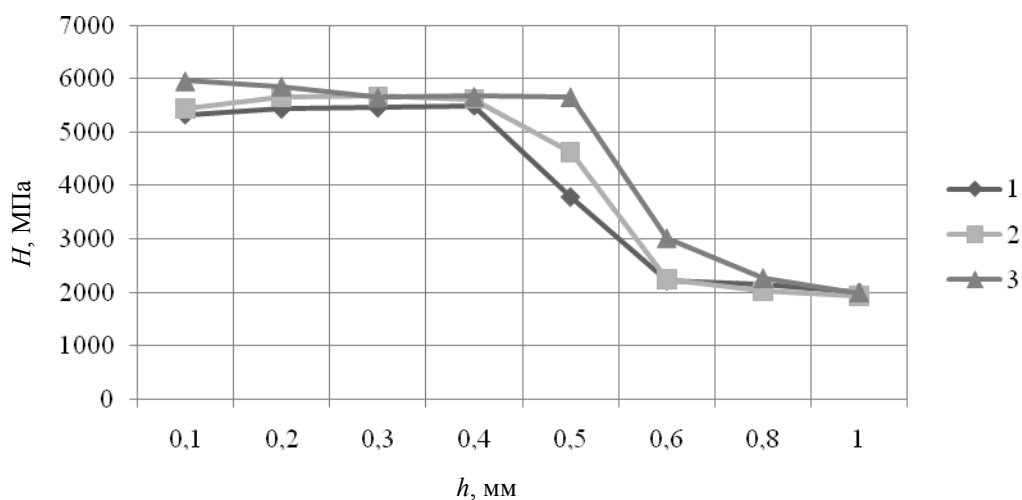
Закалка непрерывным лазером обеспечивает большую равномерность упрочнения поверхности по сравнению с импульсным воздействием, так как по длине упрочненной полосы твердость распределяется равномерно. При обработке больших поверхностей упрочненные полосы накладываются с перекрытием. Последующее выравнивание свойств упрочненной полосы и увеличение ее ширины до 20 мм достигается сканированием лазерного луча в поперечном направлении по отношению к перемещению обрабатываемой детали. При высокой частоте сканирования (200 Гц и более) обеспечивается равномерное воздействие лазерного излучения по ширине обрабатываемого участка.

Экспериментальная часть

В ходе выполнения работы исследовались триботехнические характеристики стали 45 после лазерной закалки, а также микроструктура упрочненного слоя. Образцы (80 × 30 × 10 мм, исходная шероховатость Ra 5, исходная микротвердость 188–205 НВ (1850–2100 МПа), микроструктура в состоянии поставки – перлито-ферритная смесь) подвергались лазерной закалке сканирующим излучением иттербиевого лазера (мощность – 1,5 кВт) шириной 8 мм. На рис. 1 изображены примеры микроструктуры дорожек закалки на стали 45 и графики изменения микротвердости по глубине. Данные о дорожках закалки приведены в таблице.



a) b) в)



г)

Рис. 1. Лазерная закалка стали 45, поперечное сечение: а-в – микрошлифы дорожек закалки на стали 45, увеличение $\times 25$; г – распределение микротвердости по глубине

Распределение микротвердости и микроструктур по глубине закаленных дорожек

| Глубина, мм | № дорожки закалки, режимы | | | | | |
|-------------|---------------------------|--|------------------------|--|------------------------|--|
| | 1, скорость 800 мм/мин | | 2, скорость 750 мм/мин | | 3, скорость 700 мм/мин | |
| | Н, МПа | Микроструктура | Н, МПа | Микроструктура | Н, МПа | Микроструктура |
| 0,1 | 5330 | Мартенсит средне-игольчатый по баллу 5 | 5440 | Мартенсит средне-игольчатый по баллу 7-8 | 5960 | Мартенсит средне-игольчатый по баллу 7-8 |
| 0,2 | 5440 | | 5650 | | 5860 | |
| 0,3 | 5460 | | 5670 | | 5650 | |
| 0,4 | 5500 | | 5620 | | 5670 | |
| 0,5 | 3790 | | 4630 | | 5660 | |
| 0,6 | 2220 | Перлит, феррит | 2240 | Перлит, феррит | 3010 | Перлит, феррит |
| 0,8 | 2160 | | 2020 | | 2260 | |
| 1 | 2000 | | 1940 | | 1990 | |

В ходе исследования было установлено, что наибольшее влияние на глубину и микротвердость упрочненного слоя оказывают скорость и мощность излучения. Низкая частота сканирования (до 70 Гц) ухудшает качество обработанной поверхности, при 180–220 Гц исходная микрогеометрия не нарушается.

Заключение

1. При увеличении глубины упрочненного слоя (за счет снижения скорости обработки, увеличения мощности излучения) наблюдается постепенное укрупнение зерен мартенсита (от зерен по баллу 3–4 для глубины упрочненного слоя 0,2–0,25 мм до зерен по баллу 9 для глубины 1,1–1,15 мм).

2. Наибольшую микротвердость и, соответственно, износостойкость имеют слои со структурой мартенсита среднеигльчатого и зернами по баллу 6–7 (6300–6400 МПа). Это объясняется тем, что зерна имеют большую протяженность границ, чем зерна по баллу 8–9, а границы – это более твердая фаза.

Литература

1. Григорьянц, А. Г. Технологические процессы лазерной обработки / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисуров. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 663 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ В ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИИ

И. В. Макаревич, П. В. Веремей

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель К. Л. Левков

Введение

Роль технологий быстрого прототипирования с каждым годом все возрастает [1], [2]. Остановимся на технологии лазерной стереолитографии. Суть лазерной стереолитографии (англ. термин – Stereo Lithography Apparatus (SLA)) состоит в послойном изготовлении трехмерных объектов из отверждаемой лазерным излучением жидкой олигомерной фотополимеризующей композиции (ФПК). Олигомерное вещество по химической структуре отличается от полимерного (пластик, резина) тем, что его молекулы-цепочки не бесконечно большие, а относительно короткие, состоящие из ограниченного количества звеньев-мономеров. Под воздействием специального реагента молекулы могут соединяться между собой и быстро создавать полимерные цепочки – вещество из вязкой жидкости становится твердым, полимеризуется. На рис. 1 показана принципиальная схема SLA-процесса.

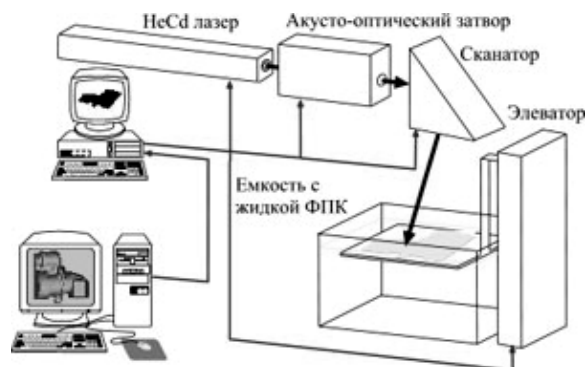


Рис. 1. Принципиальная схема процесса лазерной стереолитографии

В SLA-технологии нет необходимости отверждать весь объем фотополимера целиком. Наоборот, необходимо «склеивать» на каждом слое только элементы тела детали и оставлять жидким окружающее пространство. Для этой цели в установке применен управляемый лазерный пучок, который и «указывает», каким зонам нужно полимеризоваться, обходя ненужные. Лазерная стереолитография позволяет в считанные часы пройти путь от конструкторской или дизайнерской идеи до готовой модели детали. Преимущества технологии [3]:

- высокие механические свойства получаемых прототипов;
- отсутствие ограничений по сложности исполняемой геометрии;
- высокая и легко прогнозируемая скорость выполнения прототипа;
- низкий расход материала, обуславливающий низкую цену.

Механические свойства полимера

Стереолитография позволяет получать прототипы, гораздо более прочные, по сравнению, например, с лазерным спеканием полистирола или иными RP-технологиями. Поскольку выращивание производится слоями по 100 мкм, максимальная шероховатость – это «лесенка» со ступеньками в 100 мкм. Отвержденный материал легко поддается шлифованию и полированию. Несмотря на то, что предел прочности на сжатие у данного материала достаточно высок, прочность на изгиб его очень невелика. Это обусловлено явлением усадки.

Геометрия, доступная для лазерной стереолитографии. Возможности SLA-технологии по изготовлению прототипов сложной геометрии

Прототип выращивается послойно, а каждый слой формируется лазерным пучком на поверхности смолы. Поэтому разбить на слои и затем послойно нарисовать можно теоретически любую трехмерную фигуру. В большинстве случаев теория сходится с практикой. Именно поэтому SLA-технология является RP-технологией, поскольку процесс получения прототипа в наименьшей степени зависит от его формы, в отличие от традиционных технологий. Однако существует ряд ограничений по геометрии, предполагаемой к выращиванию по SLA-технологии. Диаметр пучка лазера – 0,15–0,3 мм (в зависимости от модели SLA-установки). Соответственно, элементы меньше 0,15–0,3 мм просто невозможно нарисовать на поверхности смолы. Помимо этого, существует такой элемент, как подпорки. Это технологические элементы, которые удерживают только что сформированную лазером на поверхности жидкости тонкую твердую пленку от оплывания. Поэтому любая большая поверхность, близкая к горизонтальной, выращивается на подпорках. Подпорки формируются, так же как и деталь, лазером в виде тонких стенок с зубчиками. Зубчики нужны для того, чтобы подпорку можно было легко отломать, не повредив при этом деталь.

Области применения стереолитографических прототипов

Объекты, созданные методом лазерной стереолитографии, могут быть использованы:

- в «чистом виде» – как конструкторские и дизайнерские прототипы при создании макетов изделий и сборок. Наглядное представление формы и размеров, проверки собираемости и дизайна;
- для исследовательских работ. Модели обладают достаточной прочностью;
- в художественных целях;
- в медицине;
- в качестве мастер-моделей для литья пластмасс и металлов, литья по выплавляемым, выжигаемым или вынимаемым моделям, литья в силиконовые формы.

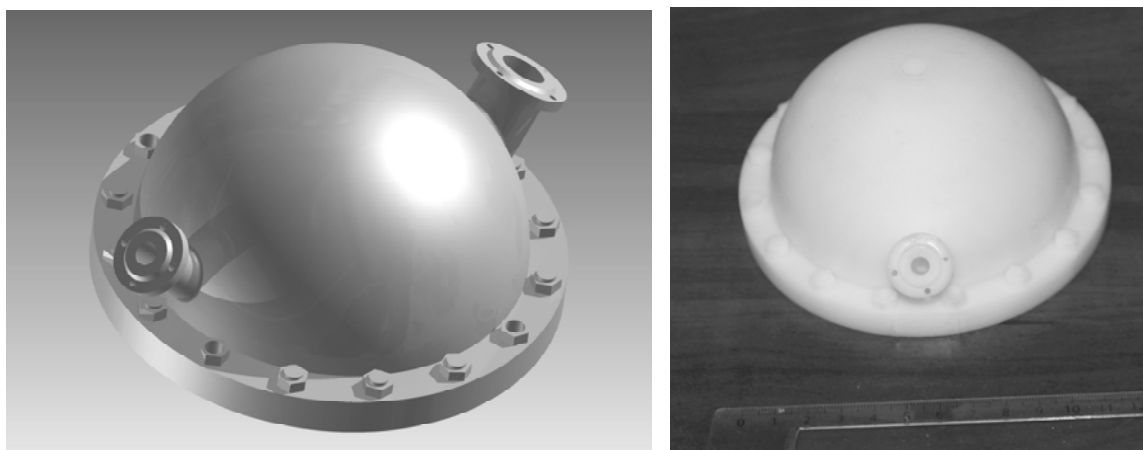
Экспериментальная часть

В ходе создания микротурбины [4] возникла необходимость визуального представления ее сложных корпусных элементов. Была спроектирована 3D-модель (масштаб 1 : 4, среда проектирования – Autodesk Inventor 2013). Модель была разбита на слои и распечатана на станке модели SPS 600B. Краткая техническая характеристика станка приведена в таблице.

Техническая характеристика SLA-станка SPS 600B

| | |
|---------------------------|--|
| Модель станка | SPS 600B |
| Тип лазера | He-Cd (лазер на парах кадмия) |
| Скорость сканирования | 8–10 м/с |
| Диаметр пучка | 0,15–0,2 мм |
| Объем зоны построения, мм | 600 × 600 × 400 |
| Точность построения | ±0,1 мм ($L < 100$ мм) / ±0,1 % ($L > 100$ мм) |
| Толщина слоя | 0,05–0,2 мм |
| Скорость построения | 60 г/ч |
| Габаритные размеры, мм | 1865 × 1245 × 1930 |
| Электропитание | 200–240 В, 50/60 Гц, 20 А |
| Потребляемая мощность | 3 кВт |

На рис. 2, *а* показана 3D-модель, а на рис. 2, *б* – готовая модель корпусной детали микротурбины (вес 240 г, время выращивания – около 4,5 ч). Выращенная модель имеет сложные внутренние каналы и служит для наглядного представления возможностей SLA-процесса, а также для конструкторской проработки самой турбины.



а)

б)

Рис. 2. Модель корпусной детали микротурбины: *а* – 3D компьютерная модель; *б* – готовая выращенная часть корпуса микротурбины

Заключение

1. SLA-процесс является быстрым, надежным и относительно недорогим инструментом для современного конструктора, работающего над созданием высокотехнологичных конструкций.

2. Применение SLA-технологий оправдано в энергомашиностроении при проектировании новых сложнопрофильных изделий и конструкций, отработке их на технологичность и при последующей технолого-конструкторской подготовке производства для их изготовления.

Литература

1. Левков, К. Л. Технологии получения сложнопрофильных деталей энергоустановок в опытном производстве / К. Л. Левков, П. В. Потапенко, П. В. Веремей // Промышленность региона: проблемы и перспективы инновационного развития : материалы II респ. науч.-техн. конф. (Гродно, 17–18 мая 2012 г.) / ГрГУ им. Я. Купалы, ОАО «Белкадр» ; редкол.: В. А. Стук (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2012. – 266 с. – С. 127–129.
2. Потапенко, П. В. Технологии быстрого прототипирования в Республике Беларусь / П. В. Потапенко, К. Л. Левков, П. В. Веремей // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2012 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – 511 с. – С. 11–13.
3. Центр инновационных производственных технологий Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева. – 5 апр. 2013. – Режим доступа: <http://mlbp.narod.ru/sla1.htm>.
4. Левков, К. Л. Разработка и создание энергоэффективных микротурбинных установок для утилизации вторичных энергоресурсов / К. Л. Левков // Россия – Беларусь – Сколково: единое инновационное пространство : тез. Междунар. науч. конф. (Минск, 19 сент. 2012 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Фонд «Сколково» ; редкол.: С. Я. Килин [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 434 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

В. Е. Козлов, Д. И. Трусов

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель П. В. Веремей

Для покорения новых рынков предприятиям необходимо снижать себестоимость продукции и повышать ее качество. Повышение качества изделий машиностроения напрямую зависит от заготовительного производства.

На данный момент в промышленности основным методом получения металлических сплавов и изделий из них является сплавление в печах и последующее литье. Так получают множество сплавов в черной и цветной металлургии.

Другой метод производства металлических материалов – метод спекания порошков, пользуется все большим спросом на рынках стран СНГ, Европы, Азии и Северной Америки. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с литьем: возможность получения композиций из металлов, и неметаллов, из металлов несмешивающихся из-за большой разности температур плавления. Также при спекании порошков можно добиться большей экономии дорогостоящих материалов за счет использования методов быстрого прототипирования [1]–[3], например, селективного лазерного спекания порошков (англ. термин – Selective Laser Sintering (SLS)) или объемной лазерной наплавки (англ. термин – Direct Metal Deposition (DMD)).

SLS-технология, обладая преимуществами порошковой металлургии, имеет структуру спеченного материала сходную с литыми изделиями; сам процесс происходит быстрее, чем при обычном спекании порошков, изделия могут иметь более сложную конфигурацию, чем в порошковой металлургии или при литье.

Схема оборудования для SLS-процесса изображена на рис. 1.

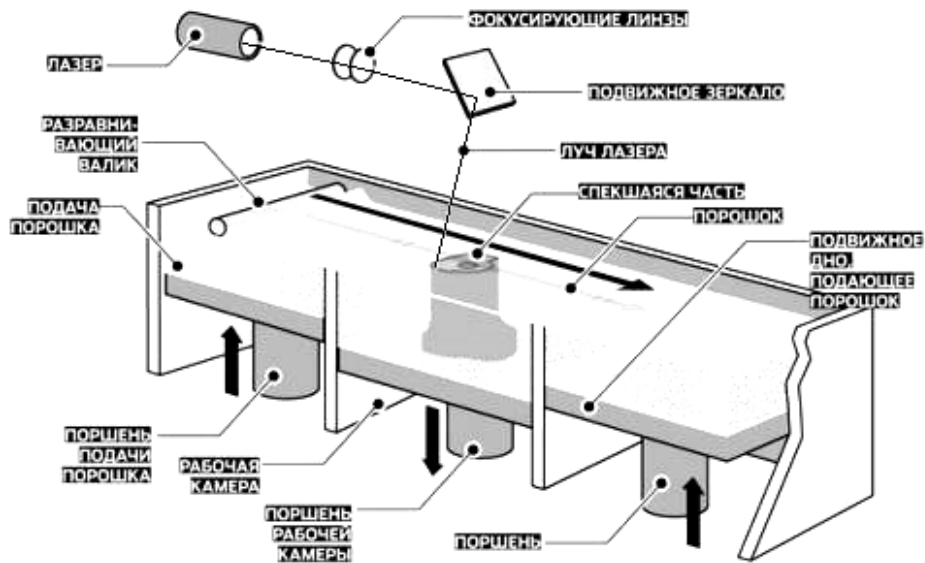


Рис. 1. Схема установки для лазерного спекания порошков с порошковой камерой

Порошок подается из порошковой камеры разравнивающим валиком. Лазер фокусируется в линзах, затем отражается в подвижном зеркале и луч падает на рабочую камеру. Подвижное зеркало, двигаясь согласно программе оператора, направляет лазерный луч и описывает нужное сечение фигуры. После прохождения всего сечения лазером поршень рабочей камеры опускается, а поршень камеры подачи порошка поднимается, и разравнивающий валик совершает обратный ход. Затем включается лазер и процедура повторяется. Недостатками такого метода можно считать сравнительную сложность конструкции; низкий коэффициент использования материала (порошка); необходимость герметизации установки и работы в атмосфере инертных газов, так как кислород окисляет ряд порошков, влага способствует комкованию порошка, азот и углекислый газ под воздействием лазера могут насытить собой поверхность, что повлияет на свойства изделия; сложность управления, учитывающего не только движение лазера, но и работу поршней, движение валика.

Часть недостатков устраняет установка с подачей порошка непосредственно в лазерный луч (DMD-процесс). Сама конструкция становится проще, нет необходимости в дополнительных герметичных камерах, потери порошка составляют меньше одного процента, но в таких установках нельзя получить детали сложных конфигураций без дополнительных опор или вспомогательных образований.

Мощности лазера в 1 кВт достаточно, чтобы расплавить любой тугоплавкий материал. Стоимость 1 см³ детали (без учета материала порошка) составляет 0,8–4 дол. США. Прочность сцепления порошков обусловлена образованием металлических связей. Комбинация слоев порошков с различными свойствами позволяет получить многослойные материалы со свойствами нескольких материалов. Недостаток данной технологии – дороговизна получения крупных деталей. В дальнейшем этот недостаток будет устраняться путем введения энергоэффективных установок и удешевления порошковых материалов. Еще один недостаток связан с необходимостью применения мелкодисперсных порошков (40–120 мкм). Более крупные порошки, особенно тугоплавких металлов, требуют больших

мощностей лазера, а это в свою очередь значительно увеличивает стоимость установки и затраты на энергоресурсы.

В данный момент технологии SLS и DMD еще малоупотребимы на рынке, однако их использование будет активно расширяться, в первую очередь в отраслях промышленности, в которых необходимы новые материалы с требуемых комплексом физико-механических свойств: аэрокосмическая промышленность, медицина. При современной скорости исследований в этих областях в скором будущем методы быстрого прототипирования вытеснят технологии обычного спекания в порошковой металлургии и станут основными методами получения единичных заготовок в машиностроении.

Литература

1. Быстрое прототипирование. Обзор технологий. – 4 апр. 2013. – Режим доступа: http://www.vzrt.ru/rp_tec.php.
2. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. – 4 апр. 2013. – Режим доступа: http://ksystec.ru/download/additiv_tech.pdf.
3. Технология приборостроения : учеб. пособие / В. А. Валетов [и др.]. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. – 336 с.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ РАБОТ В СРЕДНЕСЕРИЙНОМ И КРУПНОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. А. Рюмцев

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

При современном развитии производства, росте номенклатуры изделий, росте объема выпускаемой продукции появилась необходимость в высококвалифицированных молодых специалистах, готовых быстро войти в ритм предприятия.

Ознакомление студентов с производством, принципами технологической и производственной подготовки непосредственно на предприятии, назначение режимов резания и норм штучного и штучно-калькуляционного времени в курсовых и дипломных работах по справочникам, используемым при проектировании технологических процессов в производстве – вот направления повышения качества образования и адаптация его к производственным условиям.

Для того чтобы студенты имели возможность работать со справочными материалами, используемыми в производстве, был разработан электронный каталог «Общемашиностроительные нормативы времени».

В данном каталоге приведены составляющие норм вспомогательного времени.

При расчете норм штучного времени определение вспомогательного времени на операцию заключается в нахождении по соответствующим картам и последующем суммировании времени на установку и снятие детали; времени на проход (или обработку поверхности), определяемого для каждого перехода в операции отдельно; времени на изменение режима работы оборудования, смену инструмента и перемещения частей станка, на совмещение осей при растачивании, на выводы сверла

для удаления стружки; времени на контрольные измерения обрабатываемой поверхности.

Таким образом, при создании сайта за базовый критерий выбора норм времени были взяты выше перечисленные составляющие вспомогательного времени, как показано на рис. 1.

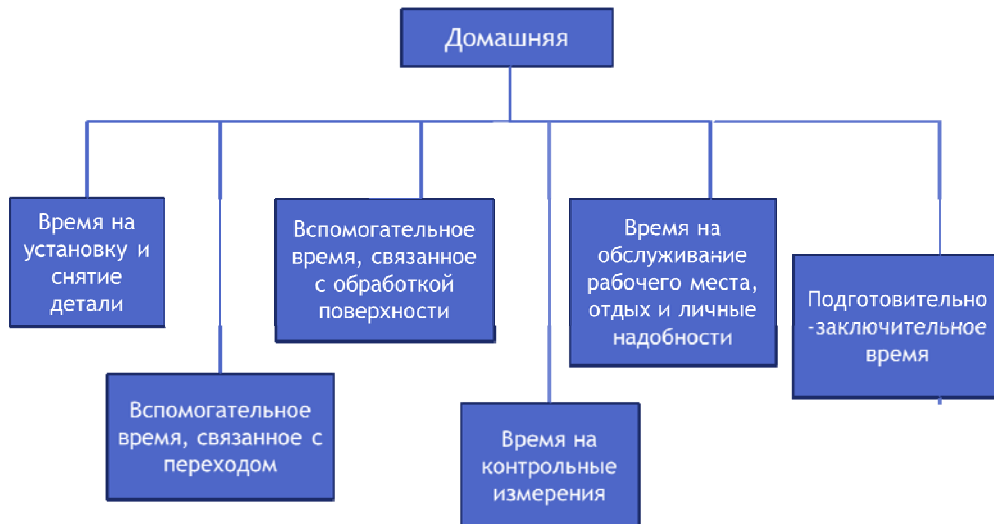


Рис. 1. Схема структуры сайта

Они отражены на домашней странице сайта, как показано на рис. 2.

ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМАТИВЫ ВРЕМЕНИ

1. [Вспомогательное время на заготовку и снятие детали](#)
 2. [Вспомогательное время, связанное с переходом](#)
 3. [Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности](#)
 4. [Время на контрольные измерения](#)
 5. [Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности](#)
 6. [Подготовительно-заключительное время на партию деталей](#)
- [Справка](#)



Рис. 2. Домашняя страница сайта

Для удобства выбора норм времени разделы сопровождаются соответствующими рекомендациями, содержащимися в подразделе «Справка».

Также в сайте приведены два примера расчетов норм вспомогательного времени со ссылками на карты и позиции каталога.

Электронный каталог «Общемашиностроительные нормативы времени» разработан на основе сборника «Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места, и подготовительно-заключительного

на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство» с сохранением структуры карт и листов.

После выбора базового критерия следует конкретизация выбора норм времени по оборудованию. К примеру, в подразделе «Вспомогательное время, связанное с переходом» используется следующее оборудование: токарно-винторезные станки; лоботокарные станки; токарно-карусельные станки; горизонтально-расточные станки с неподвижной стойкой и поворотным станком; токарно-револьверные станки; вертикально- и радиально-сверлильные станки; станки для глубокого сверления и растачивания; горизонтально-, вертикально- и универсально-фрезерные станки; продольно-фрезерные станки; копировально-фрезерные станки; продольно-фрезерные станки; поперечно-строгальные станки; долбежные станки, станки для однопереходной обработки.

В картах норм вспомогательного времени, связанного с переходом, выбор значений времени зависит от характера обработки, способа установки инструмента на стружку и наибольшего диаметра обрабатываемого изделия в миллиметрах.

Выбор составляющих норм вспомогательного времени по остальным разделам осуществляется по соответствующим критериям.

Внешний вид подраздела «Вспомогательное время, связанное с переходом» представлен на рис. 3.



Рис. 3. Пример внешнего вида раздела сайта «Вспомогательное время, связанное с переходом»

Возможности сайта: легкость выбора составляющих вспомогательного времени по операциям и оборудованию (рис. 4); печать карт норм времени и копирования отдельных значений; интуитивно понятный интерфейс.

| ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ | | | | Токарно-винторезные станки Карта 21, лист 1 | | |
|--|---|------------------------------|--|--|------|--|
| № позиции | Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку | Измеряемый размер, H, мм, до | Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, D мм, до | | | |
| | | | Время, t, мин | | | |
| | | | 800 | 1250 | 2000 | |
| 1 |  <p>Продольное точение или растачивание</p> <p>резцом, установленным на размер с установкой реза по лимбу (черновой)</p> <p>с предварительным промером (черновой проход)</p> <p>со втягиванием пробных стружек (чистовой проход)</p> | — | 0,25 | 0,3 | 0,36 | |
| 2 | | — | 0,35 | 0,42 | 0,5 | |
| 3 | | 300 | 0,6 | 0,65 | 0,75 | |
| 4 | | 500 | 0,7 | 0,75 | 0,85 | |
| 5 | | 1000 | 0,8 | 0,85 | 0,95 | |
| 6 | | 1500 | 0,9 | 0,95 | 1,05 | |
| 7 | | 2000 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | |
| 8 | | 500 | 1,35 | 1,45 | 1,7 | |
| 9 | | 1000 | 1,85 | 1,95 | 2,2 | |
| 10 | | 1500 | 2,4 | 2,6 | 2,9 | |
| 11 | | 2000 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | |
| 12 | | 300 | 0,75 | 0,85 | 1 | |
| 13 | | 500 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | |
| 14 | | 1000 | 1,45 | 1,55 | 1,75 | |
| 15 | | 1500 | 1,75 | 1,85 | 2,1 | |
| 16 | | 2000 | 2,1 | 2,2 | 2,5 | |
| 17 | | 300 | 0,65 | 0,74 | 0,9 | |
| 18 | | 500 | 0,85 | 0,95 | 1,1 | |
| 19 | | 1000 | 1,1 | 1,2 | 1,35 | |
| 20 | | 1500 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | |
| 21 | | 200 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | |

Индекс

а б в

НАЗАД

Рис. 4. Карта норм вспомогательного времени, связанного с переходом

Сайт выложен на учебный портал ГГТУ им. П. О. Сухого на курсы кафедры «Технология машиностроения». Поэтому пользователями каталога могут быть как сотрудники или студенты вуза, так и удаленные (зарегистрированные) пользователи.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ТОЧНОСТЬ РЕЗЬБЫ ВИНТОВ ШАРИКОВОЙ ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

О. А. Ермоченко

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Шариковая винтовая передача (ШВП) – наиболее распространенная разновидность передачи винт–гайка качения (винтовая пара с промежуточными телами качения: шариками или роликами).



Рис. 1. Внешний вид ШВП

Функционально ШВП (шарико-винтовая передача) служит для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное (и наоборот). Шариковая вин-

товая передача обладает всеми основными техническими преимуществами передачи винт–гайка скольжения и при этом не имеет ее главных недостатков, таких как низкий КПД, повышенные потери на трение, быстрый износ.

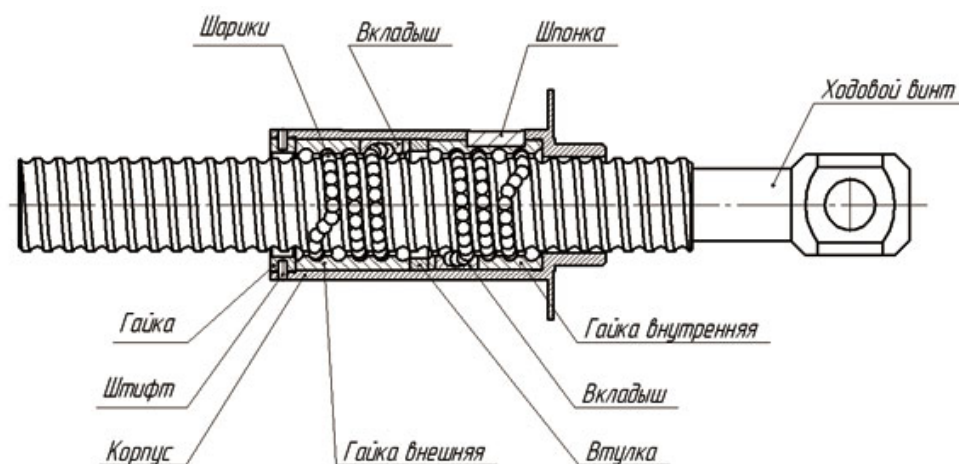


Рис. 2. Устройство ШВП

Конструктивно ШВП состоит из винта и гайки с винтовыми канавками криволинейного профиля. Канавки служат дорожками качения для размещенных между витками винта и гайки шариков. Перемещение шариков происходит по замкнутой траектории – при вращении винта шарики вовлекаются в движение по винтовым канавкам, поступательно перемещают гайку и через перепускной канал (канал возврата) возвращаются в исходное положение.

Основные достоинства шарико-винтовой передачи:

- малые потери на трение;
- высокая нагрузочная способность при малых габаритах;
- размерное поступательное перемещение с высокой точностью;
- высокое быстродействие;
- плавный и бесшумный ход.

К недостаткам шарико-винтовой передачи можно отнести:

- сложность конструкции гайки;
- ограничение по длине винта (из-за накапливаемой погрешности);
- ограничение по скорости вращения винта (из-за вибрации);
- высокую стоимость (исполнения с шлифованным винтом).

Все это говорит о том, что точность резьбы винта будет влиять на точность всей шарико-винтовой передачи.

Для рассмотрения был принят вариант с обточенным нарезанием резьбы с использованием ротационного резца.

Для получения точного профиля резьбы радиус режущей пластины выбирается равным радиусу впадины и устанавливается под углом восхода винтовой канавки. Возьмем стандартным винтом с наружным диаметром $d_o = 50$ мм, диаметром впадин $d_k = 45,8$ мм, шагом резьбы $P = 20$ мм, для которого диаметр шарика $D_\omega = 12$ мм.

Тогда радиус впадины будет равен:

$$R = (0,515 \dots 0,525) D_\omega = 0,525 \cdot 12 = 6,3 \text{ мм.}$$

А угол восхода винтовой канавки:

$$\psi = \arctg \frac{P}{\pi d_0} = \arctg \frac{20}{3,14 \cdot 50} = 7,256^\circ.$$

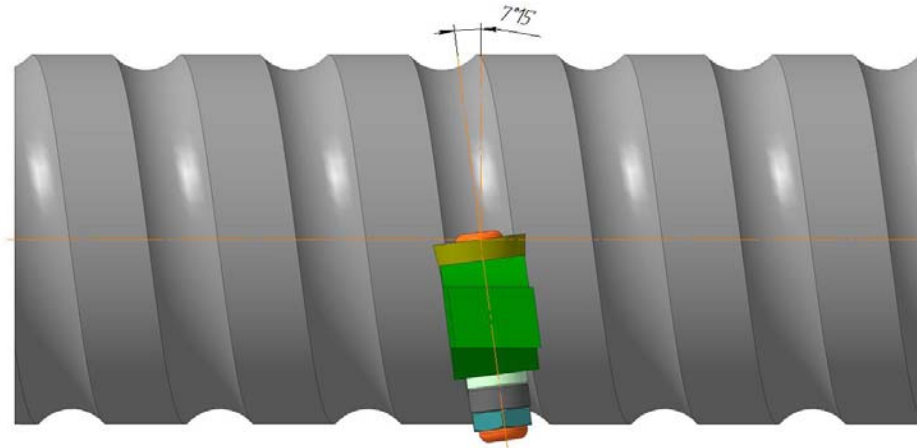


Рис. 3. Вид установки ротационного резца

При этом передние и задние углы резца будут изменяться в зависимости от их расположения на режущей кромке. Доклад по изменению углов резания ротационного резца был представлен на конференции 2012 г., и с его основными положениями можно ознакомиться отдельно.

Если режущая пластина устанавливается под углом, отличным от угла восхода винтовой канавки, то профиль будет отличаться на косинус данного угла.

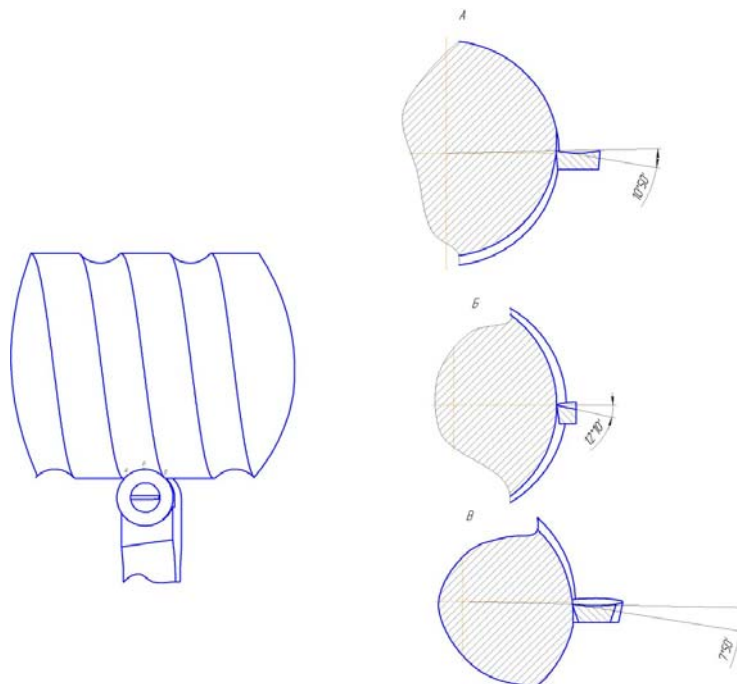


Рис. 4. Зависимость переднего угла от расположения его на режущей кромке

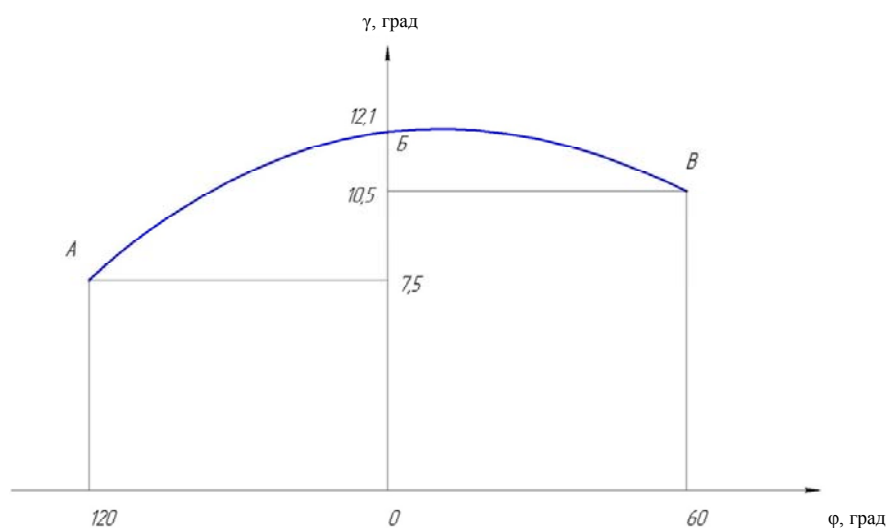


Рис. 5. График зависимости переднего угла

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИХРЕВЫХ ГОЛОВОК НА ТОЧНОСТЬ НАРЕЗАЕМОЙ РЕЗЬБЫ ХОДОВЫХ ВИНТОВ

В. В. Петрушкевич

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Проблеме повышения производительности труда человечество всегда уделяло и уделяет повышенное внимание. Особую актуальность эта проблема приобретает при выполнении таких распространенных и массовых операций, как обработка винтовых поверхностей, в числе которых доминирующее положение занимают резьбы.

В настоящее время для обработки резьбы в основном используют традиционные способы с осевой подачей «на шаг». Это нарезание резьбы резцами, гребенками, плашками, метчиками, резьбонарезными головками, фрезами и пр.

Вихревой метод нарезания резьбы имеет следующие преимущества:

- благодаря высоким скоростям резания и производительности машинное время уменьшается в 5–7 раз;

- повышается точность нарезаемой резьбы и чистота обработанной поверхности;

- работа производится без охлаждения.

На рис. 1 представлен эскиз исследуемого ходового винта, имеющего специальную трапецеидальную резьбу.

Сущность метода охватывающего фрезерования заключается в следующем (рис. 2). На поперечных салазках токарно-винторезного станка вместо суппорта с резцедержателем устанавливают данное приспособление, состоящее из быстро вращающегося шпинделя и резцовой головки, в которой закрепляются фасонные стержневые резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава. Резцовая головка получает вращение от электродвигателя, устанавливаемого на плите, которая крепится на салазках, через клиноременную передачу и ступенчатый шкив. Резцовая головка вращается со скоростью 1000–3000 об/мин.

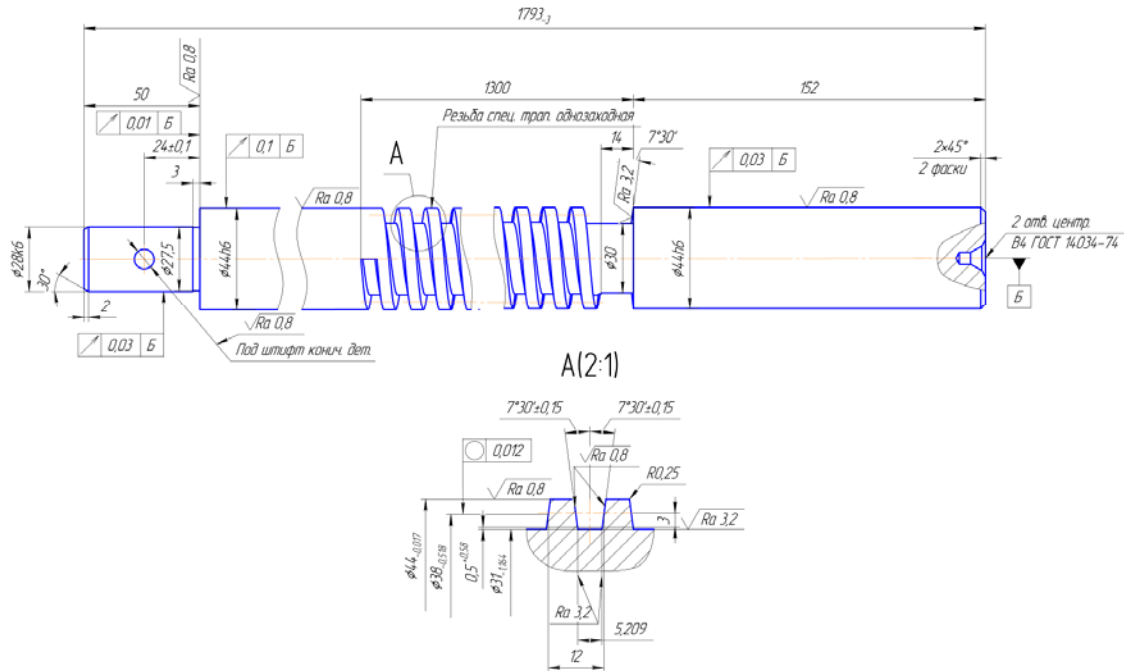


Рис. 1. Эскиз ходового винта

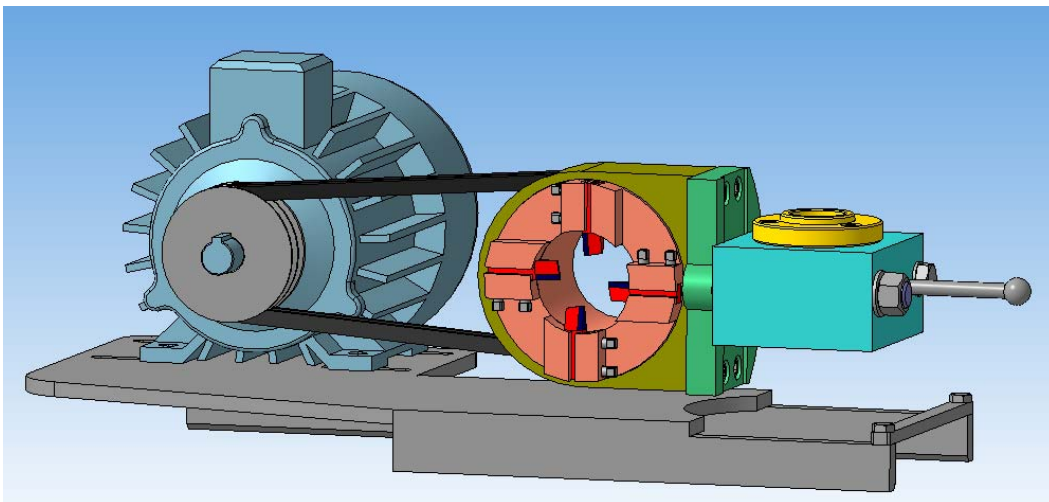


Рис. 2. Приспособление для вихревого нарезания резьбы

Деталь, закрепленная в патроне станка, получает от шпинделя станка сравнительно медленное вращение (3–30 об/мин). Резец устанавливают на полную глубину резьбы (в данном случае глубина резания составляет 6,5 мм), резцовую головку приводят во вращение в направлении, обратном направлению вращения детали. Одновременно головка вместе с суппортом получается движение продольной подачи: за один оборот детали она перемещается на величину, равную шагу резьбы – 12 мм.

Как видно из схемы (рис. 3), ось резцовой головки смещена относительно оси детали на величину глубины резания плюс 1 мм. Благодаря этому резец в течение

одного оборота головки соприкасается с деталью не по всей окружности, а только на небольшой ее части, срезая тонкую стружку.

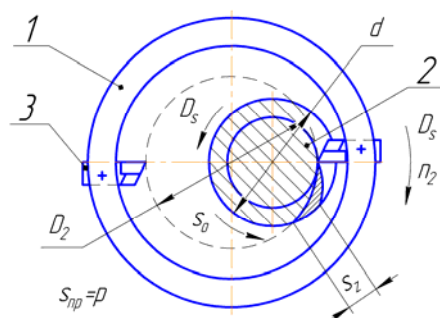


Рис. 3. Схема вихревого нарезания резьбы: 1 – вихревая головка; 2 – нарезаемый ходовой винт; 3 – фасонный стержневой резец; D – диаметр головки; d – диаметр нарезаемого винта; s_0 – круговая подача, мм/зуб; s_{np} – продольная подача, мм/об

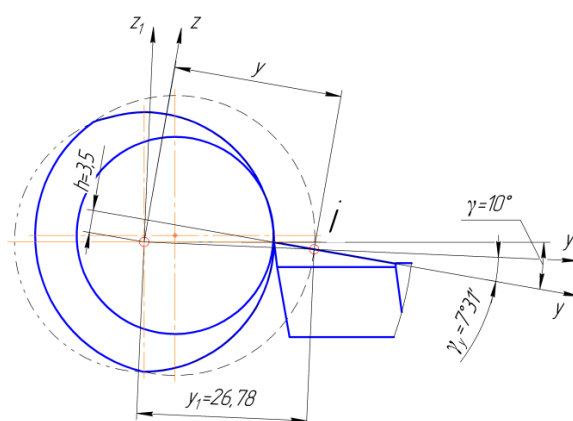


Рис. 4. Расчетная схема

Если профиль резца в плоскости передней поверхности принимается равным профилю резьбы, то профиль резьбы будет теоритически отличаться от заданного.

При расчете передний угол на режущей пластине резца принят равным 10° (рис. 4). Уравнение режущей кромки запишем, как уравнение прямой:

$$x = k y_1 + b. \quad (1)$$

Новая система координат берет начало в центре детали, ось y_1 проходит через рассматриваемую точку i .

Уравнения связи будут следующими:

$$\begin{cases} z_1 = z = 0; \\ y = y_1 \cdot \cos \gamma_{y_1}; \\ x_1 = x. \end{cases} \quad (2)$$

$$\cos \gamma_{yi} = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma_{yi}} = \sqrt{1 - \frac{h^2}{y^2}} = \frac{1}{y_1} \sqrt{y^2 - h^2}; \quad (3)$$

$$x_1 = k \sqrt{y^2 - h^2} + b; \quad (4)$$

$$\frac{(x_1 - b)}{k^2} = y_1^2 - h^2. \quad (5)$$

Получаем уравнение параболы:

$$\frac{(x_{1i} - b)}{k^2 - h^2} - \frac{y^2}{h^2} = -1. \quad (6)$$

Рассмотрим погрешность в нескольких точках профиля резьбы. Показан пример расчета для точки, относящейся к среднему радиусу, так как здесь прогиб параболы будет максимальным:

$$k = \operatorname{tg} \alpha.$$

Координата y_1 будет равна радиусу заготовки в данной точке.

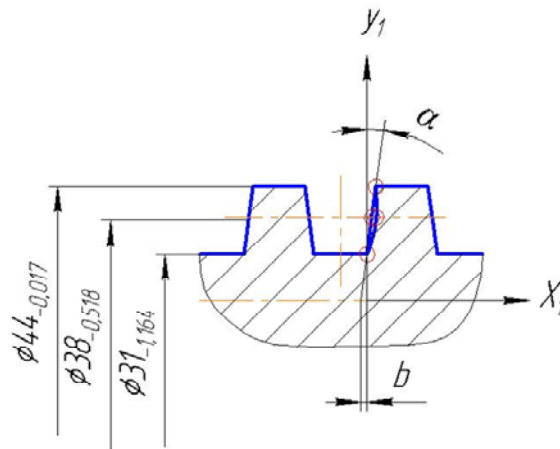


Рис. 5. Профиль резьбы ходового винта

Выразим неизвестное из уравнения (5):

$$b = k \sqrt{y_1^2 - h^2}. \quad (7)$$

Геометрическую погрешность представляет собой разность координат в данной точке на поверхности режущей пластины и на профиле резьбы ходового винта.

Практическая полезность результатов работы состоит в том, что они позволяют на стадии проектирования технологического процесса и оснастки оценить возможное влияние погрешности обработки и назначить соответствующий инструмент для обработки.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ КОВША ШАССИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО «АМКОДОР-332С»

Д. Н. Павлович

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Амкодор-332С – это фронтальный колесный погрузчик, широко использующийся для погрузочно-разгрузочных и землеройных работ.

Целью данной работы является математическое описание сложного движения ковша шасси для определения пределов его грузоподъемности путем варьирования координат точек соединения звеньев и их длин с условием обеспечения устойчивости и управляемости.

Построение математической модели гидропривода ПНУ с переменной нагрузкой на силовом гидроцилиндре подробно изложено в работе [1]. Исследование механизмов ПНУ было выполнено на основе метода векторных треугольников [2] (рис. 1). В результате геометрического анализа МПС были получены аналитические выражения [формулы (1)–(4)] для координат центра тяжести стрелы S_3 и оси подвеса стрелы (точка Π_{09}) в зависимости от обобщенной координаты S .

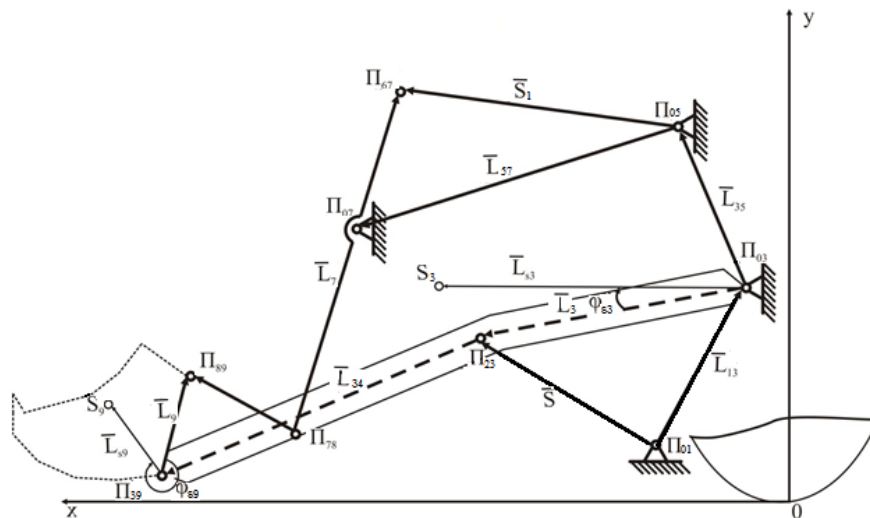


Рис. 1. Векторная интерпретация механизмов подъема стрелы и поворота траверсы

$$X_{S_3}(S) = X_{03} + L_{S_3} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta\varphi]; \quad (1)$$

$$Y_{S_3}(S) = Y_{03} + L_{S_3} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta\varphi]; \quad (2)$$

$$X_{09}(S) = X_{03} + L_{39} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta\varphi_1]; \quad (3)$$

$$Y_{09}(S) = Y_{03} + L_{39} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta\varphi_1], \quad (4)$$

где $\Delta\varphi_{S_3}$ – угол между векторами \vec{L}_3 и \vec{L}_{S_3} ; $\Delta\varphi_1$ – угол между векторами \vec{L}_3 и \vec{L}_{39} ; X_{03} , Y_{03} – координаты X и Y точки Π_{03} ; L_{S_3} , L_{39} – длины звеньев 03 и 09 , соответственно.

Затем, по результатам анализа МПТ, были определены координаты центра тяжести ковша (точка S_9) в зависимости от обобщенных координат S , S_1 :

$$X_{S_9}(S, S_1) = X_{09}(S) + L_{S_9} \cdot \cos[\varphi_9(S_1) + \varphi_{S_9}]; \quad (5)$$

$$Y_{S_9}(S, S_1) = Y_{09}(S) + L_{S_9} \cdot \sin[\varphi_9(S_1) + \varphi_{S_9}], \quad (6)$$

где φ_9 – угол, образуемый вектором \vec{L}_9 ; φ_{S_9} – угол между векторами \vec{L}_9 и \vec{L}_{S_9} в момент начала движения закрепленного на траверсе рабочего орудия.

Влияние конструкции МПС и МПТ на изменение координат центра тяжести рабочего орудия (формулы 5 и 6) аналитически связано с изменением независимых друг от друга обобщенных координат S и S_1 .

Максимальное усилие на штоке гидроцилиндра МПС зависит от настройки предохранительного клапана и потерь давления в гидромагистрали:

$$F_{шт}^{\max} = p_{гц}^{\max} F_n, \quad (7)$$

где F_n – площадь поршня со стороны напорной магистрали; $p_{гц}^{\max}$ – давление в напорной магистрали.

Определение грузоподъемности ПНУ погрузчика подробно описано в [3]:

$$m = \frac{F_{шт}^{\max} \eta_{мн}}{g I_S}, \quad (8)$$

где g – ускорение свободного падения; I_S – передаточное число механизма подъема; $\eta_{мн}$ – КПД механизма подъема.

Здесь не учитываются возникающие в момент начала подъема силы инерции и масса звеньев механизма навески [3]. Но для погрузчика невозможно пренебречь массой стрелы, однако можно не учитывать силы инерции звеньев.

Передаточное число механизма подъема есть аналог вертикальной скорости центра тяжести навесной машины или кинематическая передаточная функция 1-го порядка [4], зависящая только от внутренних параметров ПНУ.

Уравнение установившегося движения двух одинаково нагруженных поршней силовых гидроцилиндров будет иметь вид:

$$m_{po} g I_{S_9} + m_{стр} g I_{S_3} = 2 F_{шт}^{\max} \eta_{МПС}, \quad (9)$$

где m_{po} – масса навешиваемого орудия; $m_{стр}$ – масса стрелы; I_{S_9} , I_{S_3} – аналоги вертикальной скорости характерных точек.

Аналоги вертикальных скоростей характерных точек изменяются в зависимости от текущего положения звеньев МПС и МПТ, следовательно, грузоподъемность ПНУ будет величиной переменной. Из выражений 8 и 9 получим формулу для расчета грузоподъемности:

$$G(S, S_1) = \frac{2p_{\text{гц}}^{\text{max}} F_{\text{н}} \eta_{\text{МПС}}}{g \left[I_{S_9}(S, S_1) + I_{S_3}(S) \frac{m_{\text{стр}}}{m_{\text{по}}} \right]}. \quad (10)$$

Ниже представлены результаты расчета грузоподъемности ПНУ и передаточного числа МПС в зависимости от изменения обобщенной координаты.

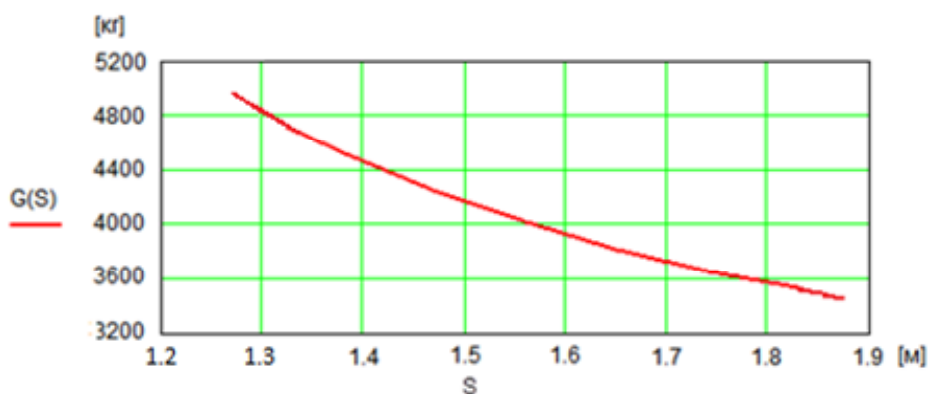


Рис. 2. Характер изменения грузоподъемности ПНУ на оси подвеса

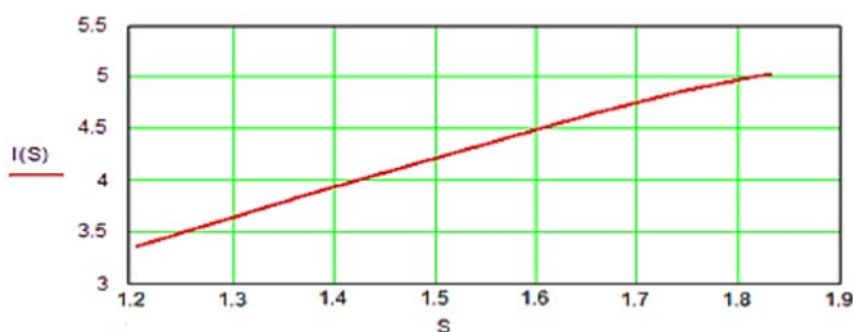


Рис. 3. Характер изменения передаточного числа на оси подвеса МПС

Литература

1. Попов, В. Б. Математическое моделирование динамики подъема навесной машины / В. Б. Попов // Современ. проблемы машиноведения : материалы Междунар. науч.-техн. конф. В 2 т. – Т. II. – Гомель, 1998. – С. 80–83.
2. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учеб. для втузов / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1988. – 640 с.
3. Тракторы. Конструирование и расчет : учеб. пособие для втузов. Ч. III / В. В. Гуськов [и др.]. – Минск : Выш. шк., 1981. – 383 с.
4. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ НА ТОЧНОСТЬ НАРЕЗАЕМЫХ КОЛЕС

А. С. Кучин

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Как известно, зубчатые передачи являются неотъемлемой частью практически всех машин и механизмов. Одним из основных параметров зубчатого зацепления является точность зубчатой передачи, так как иногда точность зубчатой передачи напрямую влияет на точность и плавность работы всего механизма. Для зубчатой передачи нормируется кинематическая точность, плавность работы, точность контакта зубьев и бокового зазора. Все эти параметры зависят от точности выполнения геометрических параметров зубчатого колеса. Поэтому улучшение точности обработки зубчатого колеса является очень важной и практически полезной задачей. В данной работе поставлена задача улучшения изучаемого параметра за счет изменения параметров резания и геометрии червячной фрезы [1].

Согласно известной методике для получения математической модели кинематической поверхности резания необходимо условно обездвигнуть инструмент, передать все его формообразующие движения заготовке и произвести ряд элементарных преобразований исходной системы координат (рис. 1), направленных на перенос базовой точки начала координат в точку резания [2].

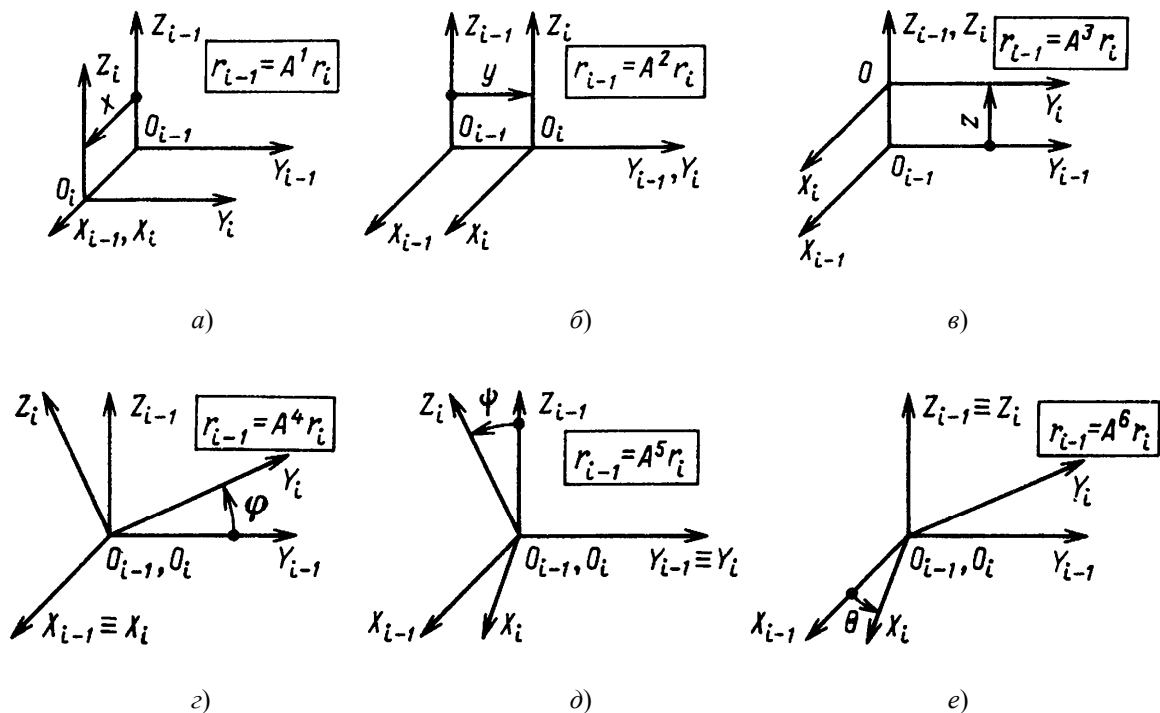


Рис. 1. Виды элементарных преобразований системы координат и соответствующие им матрицы: *a, б, в* – элементарные переносы; *г, д, е* – элементарные повороты

Учитывая тот факт, что условно червячная фреза является набором зубчатых реек, рассмотрим обработку зубчатого колеса одним зубом зубчатой рейки. Предлагаемая расчетная схема изображена на рис. 2 [3].

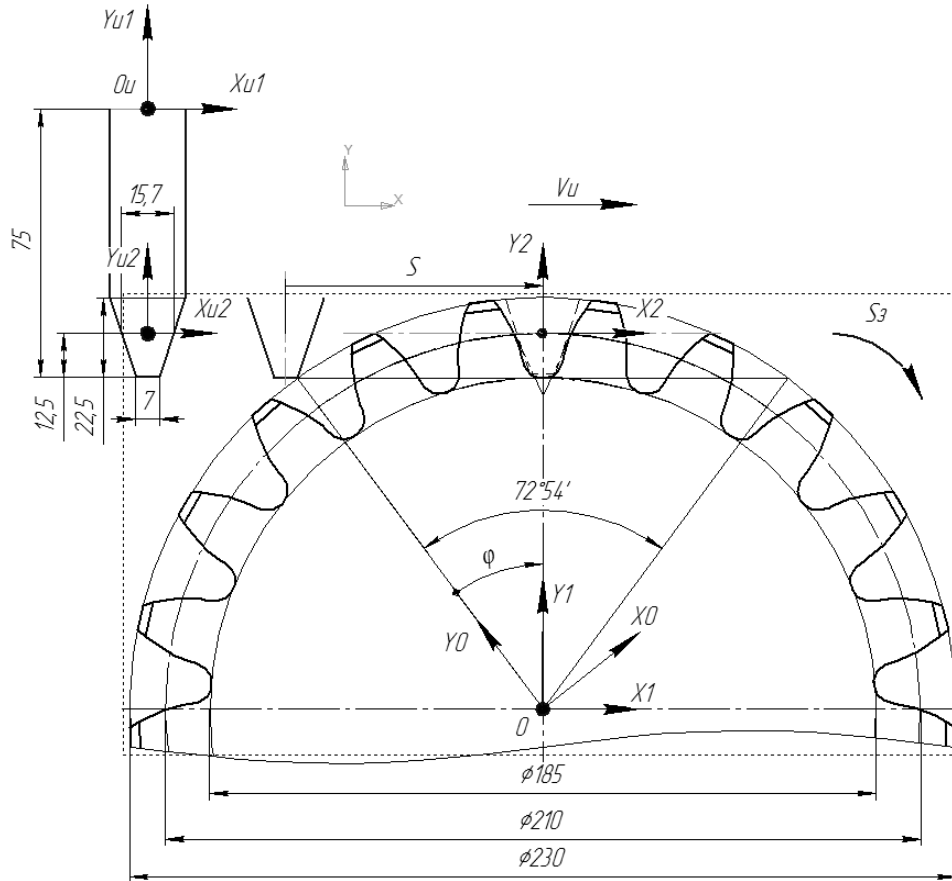


Рис. 2. Расчетная схема обработки

Уравнение инструмента для данного случая будет иметь вид:

$$r_{и} = A2(D_{фр} / 2) \cdot A1(B_{фр} / 2) \vec{e}, \quad (1)$$

где $D_{фр}$ – радиус основной окружности инструмента; $B_{фр}$ – ширина зуба инструмента на основной окружности.

Уравнение формообразования имеет вид:

$$r_{и} = A6(-\varphi) A2(-D_3 / 2) A1(B_3 / 2) A1(\varphi \frac{D_3}{2}) \vec{r}_н, \quad (2)$$

где D_3 – основной диаметр колеса; B_3 – ширина зуба колеса на основной окружности; φ – угол поворота заготовки в процессе резания.

Подставив приведенные выше матрицы в уравнение (2) и перемножив их, получим аналитическое выражение координат точек траектории резания:

$$r_o = \begin{bmatrix} \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi + \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \sin \varphi + \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi \\ \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \sin \varphi - \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Выразим из уравнения (3) уравнения координат:

$$X = \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi + \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \sin \varphi + \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi; \quad (4a)$$

$$Y = \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \sin \varphi - \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi. \quad (4б)$$

Далее, для получения профиля зуба необходимо задать граничные условия. Так как процесс нарезания зуба фактически имитирует зубчатое зацепление двух колес, то началом обработки зуба будет начало контакта зуба рейки с зубом колеса, а окончанием – выход зубьев из зацепления. Данный угол обработки определим графически. Согласно рисунку он будет равен $72,9^\circ$. Таким образом, при получении одного зуба угол φ изменяется от 0 до $72,9^\circ$. А расстояние, которое во время этого поворота проходит зубчатая рейка, равно длине дуги основной окружности.

Таким образом, задав граничные условия, мы получаем координаты поверхности резания режущей точки инструмента. Для получения полной поверхности резания отмечаем на инструменте пять характерных точек, подставляем их координаты в уравнения (4) и получаем топографию обрабатываемой поверхности, представленную на рис. 3.

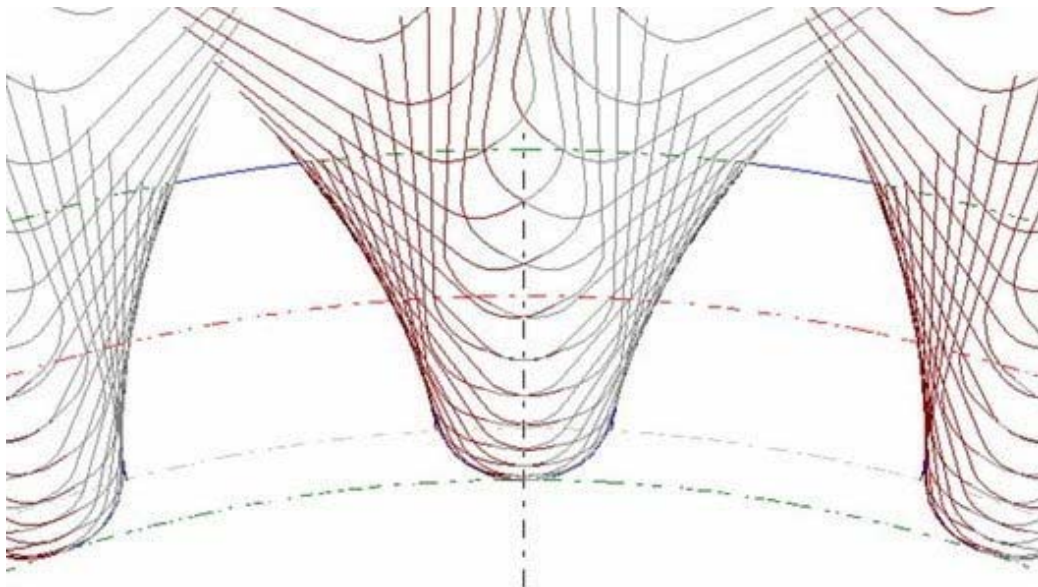


Рис. 3. Топография поверхности обработки зубчатого колеса зуборезной рейкой

Как видно из приведенной топографии, основными параметрами фрезы, влияющими на точность обработки зубчатого колеса, являются: количество зубьев фрезы и геометрия зуба фрезы. Количество зубьев фрезы влияет на чистоту получаемой поверхности, что оказывает влияние на точность контакта и плавность работы передачи. Геометрия зуба фрезы (ширина по основной окружности и угол наклона) влияет на геометрическую погрешность изготовления зубчатого колеса, данный параметр влияет на кинематическую точность передачи и точность бокового зазора.

Литература

1. Иноземцев, Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Иноземцев. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.
2. Решетов, Д. Н. Точность металлорежущих станков / Д. Н. Решетов, В. Т. Портман. – М. : Машиностроение, 1986. – 336 с.
3. Родин, П. Р. Основы проектирования режущих инструментов : учебник / П. Р. Родин – К. : Высш. шк., 1990. – 424 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ПОДШИПНИКОВ ВИБРОГРОХОТА

Д. В. Попков

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

Научные руководители: Г. П. Тариков. А. Т. Бельский

Вибротранспортные машины, к которым относятся грохоты, широко используются во многих отраслях промышленности. Вибрационные грохоты применяются для разделения материалов (угля, щебня, гравийно-песчаных масс) на кондиционные товарные классы перед отправкой потребителям.

Вибрационный грохот – это грохот с вибрационным приводом, который в отличие от жесткого кинематического привода называют динамическим. Принципиальная особенность вибрационного грохота состоит в том, что характер колебательного движения, амплитуда и форма траекторий грохота определяются исключительно динамическими факторами – силовым воздействием, генерируемым приводом, числом и массой движущихся элементов, а также числом, расположением и характеристиками упругих элементов.

Динамический привод вибрационного грохота называется вибровозбудителем. В подавляющем большинстве конструкций грохотов используют центробежные вибровозбудители с вращающейся неуравновешенной массой, гораздо реже – электромагнитные.

Основной особенностью грохотов по отношению к другим вибротранспортным машинам является то, что они обладают самым высоким уровнем вибрации. Подшипники качения, установленные в вибровозбудителях грохотов, наряду с высокими скоростями и нагрузками, должны выдерживать также большие ускорения и центробежные силы.

Кроме этого имеют место неблагоприятные факторы, такие как загрязнение и влага. Из-за высоких радиальных ускорений особенно большой нагрузке подвергаются сепараторы подшипников.

Дисбаланс вращающихся масс вызывает прогиб вала, что приводит к увеличению трения и, следовательно, рабочей температуры подшипника.

Подшипники для вибрационного грохота обычно рассчитывают для номинальной долговечности L_h – от 10000 до 20000 ч. Долговечность L_h рассчитывают по зависимости:

$$L_h = \left(\frac{C}{P} \right)^{m'} \frac{10^6}{60n}, \text{ ч},$$

где C – динамическая грузоподъемность, кН; P – эквивалентная динамическая нагрузка, кН; $m' = \frac{10}{3}$ – показатель кривой усталости для расчета долговечности роликоподшипников; n – частота вращения, об/мин.

При вычислении эквивалентной нагрузки подшипника P влияние недостаточно точно определенных параметров учитывается с помощью коэффициента запаса $k_3 = 1,2$.

Целью данной работы являлось получения зависимостей для определения радиальной нагрузки на подшипник при различных видах вибровозбудителей.

Вибровозбудитель с круговыми колебаниями

Радиальная нагрузка на подшипник вибровозбудителя с круговыми колебаниями определяется центробежной силой короба, радиусом вибрации и частотой вращения по зависимости:

$$F_r = \frac{1}{z} \frac{G}{g} r \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \text{ кН},$$

где z – количество подшипников; G – вес короба, кН; g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус вибрации, м; n – частота вращения, об/мин.

Вибровозбудители с круговыми колебаниями, как правило, работают в сверхкритическом режиме, при котором почти достигается статическая амплитуда вибраций, поэтому общую ось центра масс можно считать неизменной. Радиус вибрации в этом случае можно определить из соотношения веса короба и веса вибровозбудителя:

$$Gr = G_1(R - r), \text{ откуда } r = \frac{G_1 R}{G + G_1}, \text{ м},$$

где G – вес короба виброгрохота, кН; G_1 – вес вибровозбудителя, кН; R – расстояние между центром тяжести вибровозбудителя и осью подшипника, м; r – радиус вибрации короба виброгрохота, м.

В этом случае радиальная нагрузка на подшипник вибровозбудителя с круговыми колебаниями:

$$F_r = \frac{1}{z} \frac{G}{g} \frac{G_1 R}{G + G_1} \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \text{ кН},$$

а эквивалентная динамическая нагрузка

$$P = k_3 F_r, \text{ кН}.$$

Вибровозбудитель с линейными колебаниями

Характерной особенностью вибровозбудителя с линейными колебаниями является то, что имеется две синхронно вращающиеся в противоположные стороны вибросистемы.

Для определения сил, действующих на подшипники вибровозбудителя, вращающие вектора центробежных сил разложим в проекции на оси в направлении, связывающем оба вала, и в направлении, перпендикулярном этой линии.

Очевидно, что компоненты, проецируемые на линию, связывающие оба вала, взаимно сокращаются, а компоненты в перпендикулярном направлении складываются и генерируют гармонически изменяющую центробежную силу инерции, сообщающую коробу виброгрохота линейные колебания.

В этом случае нагрузки, действующие на подшипник, вычисляются по зависимостям:

– в направлении вибрации:

$$F_{r_{\min}} = \frac{1}{z} \frac{G}{g} \cdot r \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 = \frac{1}{z} \frac{G_1}{g} (R - r) \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \text{ кН};$$

– в направлении перпендикулярно колебательному движению:

$$F_{r_{\max}} = \frac{1}{z} \frac{G_1}{g} \cdot R \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \text{ кН}.$$

В этом случае для вибровозбудителя величина радиальной нагрузки синусоидального характера, действующая на подшипник, будет определяться по зависимости:

$$F_r = 0,68F_{r_{\max}} + 0,32F_{r_{\min}}, \text{ кН}.$$

Эксцентрикковый виброгрохот

В отличие от вибровозбудителя на пружинах при использовании грохота с вибровозбудителем с жестким креплением радиус вибрации определяется эксцентриситетом вала.

Если пренебречь влиянием опорных пружин, то, как и в случае с вибровозбудителем с круговыми колебаниями, радиальная нагрузка на подшипники для эксцентриккового виброгрохота будет определяться по зависимости:

$$F_r = \frac{1}{z} \frac{G}{g} \cdot r \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \text{ кН},$$

где r – эксцентрикковый радиус коленчатого вала, м; z – число внутренних подшипников.

На внешние подшипники эксцентриккового виброгрохота действует небольшая нагрузка. Это связано с тем, что центробежная сила, действующая на короб виброгрохота, на холостом ходу компенсируется противовесами. Причем эта нагрузка непостоянна, она изменяется по синусоиде из-за наличия опорных пружин.

Внешние подшипники не участвуют в колебательных движениях, поэтому при их выборе ориентируются на диаметр вала.

Л и т е р а т у р а

1. Быховский, И. И. Основы теории вибрационной техники / И. И. Быховский. – М. : Машиностроение, 1968. – 362 с.

2. Галахов, М. А. Расчет подшипниковых узлов / М. А. Галахов, А. Н. Бурмистров. – М. : Машиностроение, 1988. – 272 с.
3. Перель, Л. Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор : справочник / Л. Я. Перель. – М. : Машиностроение, 1983. – 543 с.
4. Блехман, И. И. Вибрационная механика / И. И. Блехман. – М. : Физматлит, 1994. – 400 с.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА САМОЗАТАЧИВАНИЯ НОЖЕЙ ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО БАРАБАНА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Е. П. Шельманова

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Кормоуборочный комбайн выполняет скашивание растений, подбор, измельчение растений и др. Измельчение – главная и наиболее энергоемкая операция. Измельчающие барабаны имеют плоские ножи с плоскими подножевыми пластинами. Способность лезвия разделять растительный материал на части путем передачи ему через режущую кромку усилий, приложенных к ножу, называется его режущей способностью, которая меняется в процессе его использования, так как вследствие износа меняется острота лезвия и угол его заточки. Существует ряд технических мероприятий по повышению износостойкости и долговечности режущих элементов:

1. Выбор рациональных, с точки зрения износа, конструктивных геометрических параметров режущего элемента, таких как величина угла заточки, местоположение и величина дополнительной фаски у лезвия, величина угла скольжения лезвия.
2. Выбор оптимальных параметров режима резания, таких как скорость резания, толщина перерезаемого слоя материала, интенсивность предварительного (перед резанием) уплотнения материала.
3. Применение износостойких материалов для ножей, а также нанесение износостойких покрытий с твердостью 58–62 HRC [3].

Только комплексное использование всех возможностей, которые позволяет осуществить каждая из указанных групп мероприятий, может дать наибольший эффект. Все возможные методы направлены на повышение износостойкости и долговечности режущих элементов, а именно – достижение самозатачиваемости лезвий. Самозатачиваемость – это свойство лезвия, обеспечивающее сохранение им в процессе износа его первоначального рационального профиля или, точнее, таких параметров, как острота и угол заточки. Такое свойство может быть достигнуто, если удовлетворяются условия равного темпа (скорости) изнашивания сильно нагруженной и менее нагруженной частей лезвия. Удовлетворение указанного условия обеспечивается изготовлением ножей из материалов, слои которых различно противостоят изнашиванию, что позволяет располагать их в лезвии соответственно износному действию процесса резания. Решение указанной задачи возможно при знании характера взаимодействия лезвия с материалом и закономерностей его изнашивания в процессе резания. В двухслойном лезвии режущий слой обеспечивает остроту и износостойкость резца, поэтому он должен иметь достаточно малую толщину при высокой износостойкости материала. Несущий слой должен иметь такие размеры и свойства материала, чтобы, обеспечивая прочность резца, изнашиваться одновременно с режущим слоем, не утолщая лезвие и не оголяя чрезмерно режущий слой [1].

Известно, что явление самозатачивания возможно только в определенном диапазоне соотношений твердостей слоев: $HB_1/HB_2 = 2,6-2,9$. В случае уменьшения этого соотношения происходит затупление лезвия, а при его превышении – заострение, что приводит в конце концов к поломке кромки (рис. 1) [1]. Для получения эффекта самозатачивания необходимо определенное соотношение линейного износа по кромке и фаске лезвия для того, чтобы форма естественного износа совпадала с изначальной формой лезвия. Образование устойчивой формы естественного износа приводит не только к уменьшению скорости и интенсивности изнашивания, но и к снижению энергетических затрат на трение [1].

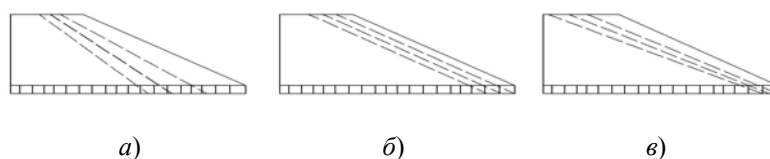


Рис. 1. Возможные варианты изнашивания лезвий:
а – затупление; б – самозатачивание; в – самозаострение

Профиль лезвия в поперечном сечении (рис. 2) имеет фаски A и B и режущую кромку C . Изменение профиля в процессе работы лезвия обусловлено характером и скоростью износа каждой из его фасок и режущей кромки.

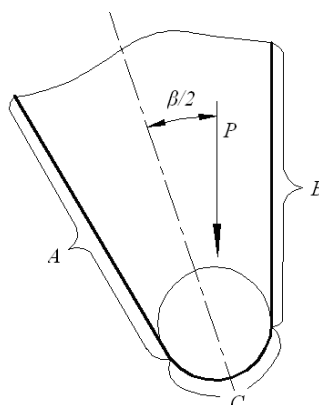


Рис. 2. Схема кромки лезвия

Поскольку лезвие имеет одностороннюю заточку, то сила резания не совпадает с направлением биссектрисы угла заточки. При этом поверхность C кромки изнашивается интенсивнее, чем фаска B , и тем более чем фаска A . Обозначим V_A , V_B , V_C – скорости линейного изнашивания по граням A , B и фаске C . При условии нормального резания лезвие изнашивается несимметрично относительно биссектрисы угла заточки. В таком случае условие изнашивания выражается неравенством [1] $V_C > V_B > V_A$, при этом лезвие приобретает форму, показанную на рис. 3, а.

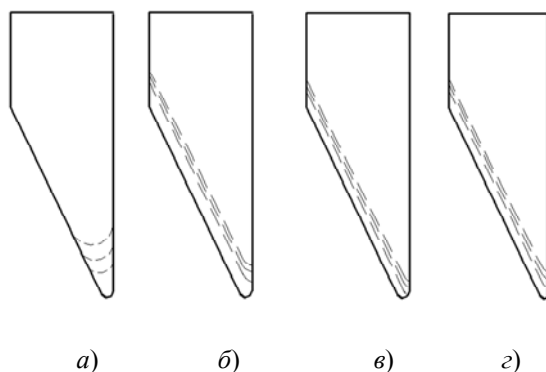


Рис. 3. Схемы изнашивания лезвий:
a – при условии нормального резания; *б* – в результате трения;
в – при повышении изнашивающего свойства;
г – при нанесении износостойкого покрытия

В кормоуборочном комбайне лезвия работают в паре с противорежущим элементом. К материалу противорежущего элемента предъявляются такие же высокие требования по износостойкости, как и к ножу. При изнашивании следует учитывать износ в результате трения о противорежущий элемент (со стороны кромки *A*). В данном случае условие изнашивания выражается неравенством $V_A > V_C > V_B$ [2]. Форма лезвия показана на рис. 3, *б*. Повышением изнашивающего свойства противорежущего элемента можно добиться увеличения скорости изнашивания по фаске *A*. Форма ножа, изношенного таким образом, показана на рис. 3, *в*. То же можно наблюдать в случае нанесения износостойкого покрытия на фаску *B* (рис. 3, *г*). Именно так изнашиваются самозатачивающиеся лезвия, работающие в паре с противорежущим элементом. Используя трение соответствующих поверхностей лезвия о противорежущие элементы, можно управлять скоростью их изнашивания и тем самым влиять на изменение формы лезвия в процессе его работы. Таким образом, управляя скоростью изнашивания различных поверхностей лезвия (*A*, *B*, *C* на рис. 2), можно обеспечить его самозатачивание. Позиция *б* на рис. 3 показывает использование в практике (лезвия сегмента режущего аппарата комбайна) эффекта самозатачивания лезвия о противорежущую пластину [1].

Аналитическое определение эффекта самозатачивания. Соотношение нормального давления по кромке к нормальному давлению по фаске будет являться условием самозатачивания [2]. Представляет интерес получение уравнения самозатачивания в общем виде для любого (однослойного или двухслойного) лезвия. Для этого рассмотрим схему, изображенную на рис. 4. Предположим, что *a* – первоначальный профиль лезвия, а *b* – профиль самозатачивающегося лезвия спустя некоторое время работы с износом по всем граням и по кромке. Тогда точка *a*₁ переходит в точку *b*₁, а вектор перемещения показывает направление движения одноименных точек профиля лезвия. Приняв, что смещение профиля произошло за единицу времени, можно считать, что векторы скоростей линейного изнашивания V_A , V_B , V_C будут равны линейным износам ΔA , ΔB и ΔC .

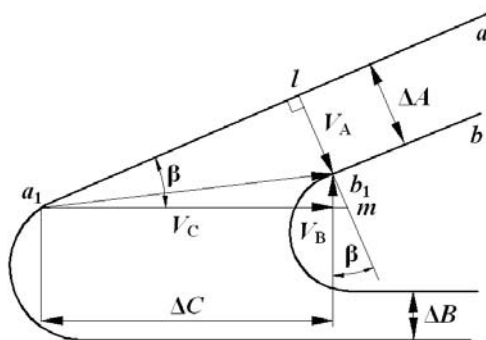


Рис. 4. Схема изнашивания самозатачивающегося лезвия

После преобразования условия $\sin \beta = (V_B / \cos \beta + V_A) / (V_C + V_B \operatorname{tg} \beta)$ для прямоугольного треугольника $a_1 m l$ получим уравнение самозатачивания в общем виде:

$$V_B \cos \beta + V_F = V_C \sin \beta.$$

Оно справедливо как для однослойного, так и для многослойного лезвия.

Литература

1. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 311 с.
2. Барейн, А. Г. Получение эффекта самозатачивания / А. Г. Барейн // Тракторы и с./х. машины. – 2005. – № 12. – С. 23–24.
3. Основные требования к износостойкости режущих элементов кормоуборочных комбайнов / А. А. Дюжев [и др.] // С.-х. машины для уборки зерновых культур кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития : сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 22–23 марта 2004 г. – Гомель, 2007. – С. 57–64.
4. Измельчающие аппараты современных кормоуборочных комбайнов / М. И. Белов [и др.] // Тракторы и с.-х. машины. – 2012. – № 3. – С. 43–50.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-10К

В. А. Ляхнович

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

Научный руководитель В. Ф. Хиженок

Из рабочих органов зерноуборочного комбайна наиболее производительными являются мотовило и режущий аппарат. Секундная подача (пропускная способность) и, следовательно, производительность молотильного аппарата зависят от параметров и режимов работы и системы очистки. Если любой из этих рабочих органов будет перегружен, то технологический процесс не будет выполняться комбайном в соответствии с агротехническими требованиями.

Анализируя систему сепарации зерноуборочного комбайна КЗС-10К (рис. 1) можно сделать вывод о том, что пропускная способность соломотряса, в свою очередь, зависит от площади соломотряса и интенсивности его воздействия на солому путем вспушивания, и тем самым увеличения просеивания зерна через солоmistый ворох. Пропускная способность комбайна КЗС-10К составляет порядка 10 кг/с, про-

изводительность можно повысить за счет увеличения скорости комбайна, но потери за соломотрясом будут выходить за рамки агротехнических требований, ввиду того что соломотряс не будет успевать вспушивать ворох на соломотрясе и потери зерна за комбайном будут увеличиваться.

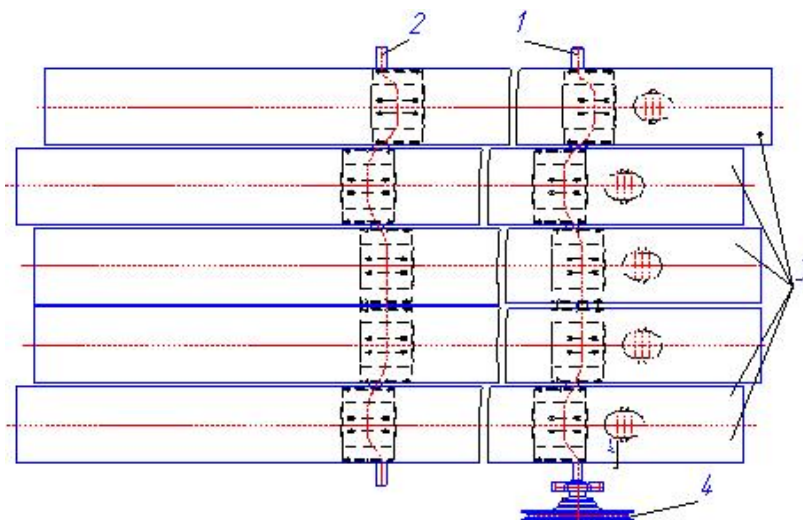


Рис. 1. Пятиклавишный соломотряс комбайна КЗС-10К:
1 – вал ведущий; 2 – вал ведомый; 3 – клавиши; 4 – шкив

В результате исследования конструкции системы сепарации можно предположить, что увеличение общего количества клавиш в соломотрясе с пяти до семи позволит более интенсивно воздействовать на солоmistый ворох, который находится на соломотрясе. За счет увеличения клавиш соломотряса с 5 до 7 количество встряхиваний по солоmistой массе возросло на 360 в мин. При неизменной длине и ширине соломотряса полное выделение зерна произойдет, когда грубый ворох будет находиться примерно на расстоянии 350 см от начала соломотряса, причем длина соломотряса составляет 410 см. Это позволяет увеличить подачу хлебной массы в молотильный аппарат, в результате исследования интенсивности встряхивания семиклавишного соломотряса по вороху было обнаружено что наиболее оптимальная подача при условии, что потери составят не более 0,5 % от общего зерна, поступающего в молотильный аппарат, составит 10,8 кг/с, при увеличении скорости комбайна до 5,5 км/ч, при урожайности 40 ц/га. Фактические потери при этом будут составлять 0,019 кг/с, при допустимых потерь 0,022 кг/с от общего количества зерна, поступающего в молотильный аппарат.

Определение подачи хлебной массы в молотильный аппарат:

$$q = \frac{0,01QB V_m}{v},$$

где Q – урожайность хлебной массы, 40 ц/га; B – захват жатки, 7 м; V_m – поступательная скорость комбайна, 1,54 м/с; v – отношение массы зерна ко всей хлебной массе, поступающей в молотильный аппарат [1].

$$q = \frac{0,01 \cdot 40 \cdot 7 \cdot 1,54}{0,4} = 10,8 \text{ кг/с.}$$

Определение максимальной высоты слоя соломы, находящейся на соломотрясе:

$$H = \frac{(1-v)q}{By_c V_m},$$

где y_c – объемный вес соломы, находящейся на соломотрясе, 16 кг на 1 м³; v – отношение массы зерна ко всей хлебной массе, поступающей в молотильный аппарат, 0,4; B – захват жатки, 7 м; q – подача хлебной массы в молотильный аппарат, 10,8 кг/с; V_m – поступательная скорость комбайна, 1,54 м/с.

$$H = \frac{(1-0,4) \cdot 10,8}{7 \cdot 16 \cdot 1,54} = 0,675 \text{ м.}$$

Число встряхиваний δ определим из зависимости:

$$\delta = \delta_0 \sqrt{\frac{H}{H_0}},$$

где δ_0 – количество встряхиваний, необходимое для выделения зерна из слоя соломы высотой 0,15 м; H – толщина слоя соломы, находящейся на соломотрясе при подаче грубого вороха в молотильный аппарат до 10,8 кг/с; H_0 – толщина слоя соломы, при которой просеется зерно при воздействии 40 встряхиваний.

$$\delta = 40 \sqrt{\frac{0,675}{0,15}} = 85.$$

Процесс сепарации зерна через рабочую поверхность соломотряса соответствует экспоненциальной зависимости, тогда потери за соломотрясом или содержание зерна в соломе на расстоянии y от начала соломотряса определим по формуле [2]:

$$\beta_y = q_c e^{-\mu y},$$

где q_c – количество зерна, поступающего на соломотряс, 0,302 кг/с; e – основание натурального логарифма; μ – коэффициент сепарации, 0,68; y – длина соломотряса, 4,1 м.

$$\beta_y = 0,302 e^{-0,68 \cdot 4,1} = 0,019 \text{ кг/с.}$$

Результаты исследования системы сепарации комбайна КЗС-10К

| Параметры | До исследования | После исследования |
|---|-----------------|--------------------|
| Подача хлебной массы, кг/с | 10 | 10,8 |
| Количество зерна поступающего в молотильный аппарат, кг/с | 4 | 4,32 |
| Количество зерна поступающего на соломотряс, кг/с | 0,280 | 0,302 |
| Производительность комбайна по зерну, кг/ч | 14,400 | 15,552 |
| Производительность комбайна, га/ч | 3,57 | 3,88 |

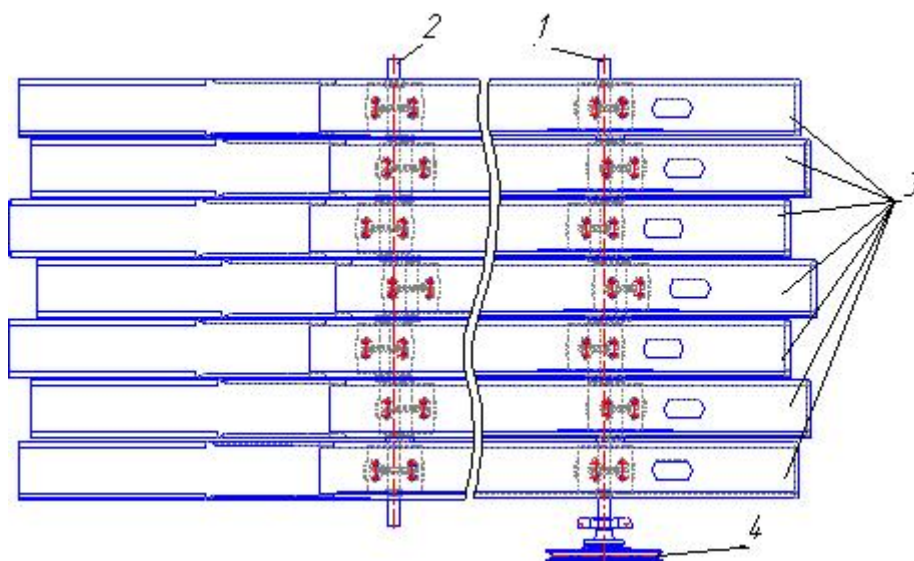


Рис. 2. Исследуемый семиклавишный соломотряс:
1 – вал ведущий; 2 – вал ведомый; 3 – клавиши; 4 – шкив

В результате проделанных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Добавление двух клавиш в пятиклавишный соломотряс не приводит к усложнению либо к существенному изменению конструкции системы очистки.
2. Добавления клавиш не требует увеличения затраты дополнительной энергии.
3. Масса соломотряса увеличивается незначительно.
4. Не происходит изменения габаритных размеров соломотряса, таким образом, габаритные размеры соломотряса остаются прежними.
5. Снижаются потери зерна за соломотрясом.
6. Увеличивается производительность комбайна с 14,400 до 15,624 кг/ч, а именно на 1224 кг/ч, или 7,8 %. Подача хлебной массы, поступающей в молотильный аппарат, возрастает с 10 до 10,8 кг/с, или на 7,4 %.

Литература

1. Босой, Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой, О. В. Верняев. – М. : Машиностроение, 1977. – 568 с. : ил.
2. Григорьев, С. М. Сельскохозяйственные машины и орудия. Сельскохозяйственный практикум / С. М. Григорьев, А. Б. Лурье, С. В. Мельников. – 1957.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

А. А. Дядюшкин

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

Цель данной работы автоматизировать решение задачи об оптимальной расстановки оборудования на поточной линии.

Расстановка оборудования влияет на размеры транспортных расходов, на себестоимость продукции, на капитальные вложения, на степень прямооточности, непре-

рывности и ритмичности производства, на уровень организации труда. В то же время система учета не позволяет выявить влияние планировки оборудования на экономику производства, представить взаимосвязи между различными параметрами в едином показателе – критерии оптимальности планировки. Среди всех параметров, характеризующих расстановку оборудования, наиболее общим и простым является грузооборот линии. Грузооборот линии влияет на размеры текущих эксплуатационных затрат (расходы на содержание, ремонт и эксплуатацию транспортных средств), на размеры внутри участкового незавершенного производства, на общую массу конвейера, следовательно, и стоимость конвейерного оснащения.

Если на линии обрабатываются предметы с разнонаправленными технологическими маршрутами их движения, размещение рабочих мест является многовариантной задачей. В общем случае число всех возможных вариантов расстановки рабочих мест, если количество единиц оборудования равно q , определяется числом возможных перестановок $q!$.

В данной работе рассматривается задача минимизация грузооборота оборудования на поточной линии, которая в общем виде формулируется следующем образом.

Пусть N_i – программа выпуска по i -му наименованию предмета за планируемый период времени; g_i – масса единицы i -го наименования предмета; $u_{i,j}$ – порядковый номер очередности обработки партии предметов i -го наименования на j -м станке ($i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, q$), где q – число площадок, которые выделяются для размещения на них q станков. Каждый вариант размещения рабочих мест по площадкам указывает номер рабочего места, которое закрепляется за каждой площадкой, и его можно рассматривать как перестановку чисел 1, 2, ... Множество допустимых перестановок обозначим через π . В процессе обработки i -й предмет проходит в зависимости от варианта планировки π путь, длину которого обозначим через $l_i(\pi)$.

Требуется разместить рабочие места по одному на площадке так, чтобы обеспечить минимальный объем грузооборота.

Сформулированную задачу сведем к задаче о «назначениях».

Пусть $c_{a,b}$ – расстояние между a -й и b -й площадками; $g_{c,d}$ – масса продукции, идущей непосредственно от c -го к d -му рабочему месту и от d -го к c -му рабочему месту. Занумеруем числа $g_{c,d}$ в последовательность $G = (g_1, \dots, g_v, \dots, g_k)$, а числа $c_{a,b}$ – в последовательность $C = (c_1, \dots, c_z, \dots, c_k)$. Положим $g_{v,z} = g_v c_z$. Тогда необходимо решить следующую задачу. Найти минимум

$$f(x) = \sum_{v=1}^k \sum_{z=1}^k g_{v,z} x_{v,z} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{v=1}^k x_{v,z} = 1, \quad \sum_{z=1}^k x_{v,z} = 1, \quad x_{v,z} = 0, 1. \quad (2)$$

Если $x_{v,z} = x_{(c,d)(a,b)} = 1$, то при $c \neq s \neq d$, $c \neq r \neq d$, $a \neq p \neq b$, $a \neq n \neq b$ имеют место равенства:

$$x_{(c,s)(p,n)} = 0, \quad x_{(s,c)(p,n)} = 0, \quad x_{(d,s)(p,n)} = 0, \quad x_{(s,d)(p,n)} = 0, \quad x_{(s,r)(p,a)} = 0,$$

$$x_{(s,r)(a,p)} = 0, \quad x_{(s,r)(b,n)} = 0, \quad x_{(s,r)(n,b)} = 0. \quad (3)$$

Одним из подходов к решению сформулированной задачи предлагается использовать метод возвратной рекурсии (соединение рекурсии с методом перебора с возвратом).

Решение задачи методом перебора с возвратом строится конструктивно последовательным расширением частичного решения. Если на конкретном шаге такое расширение провести не удастся, то происходит возврат к более короткому частичному решению, и попытки его расширить продолжаются. Для ускорения перебора с возвратом вычисления всегда стараются организовать так, чтобы была возможность отметить как можно раньше и как можно больше заведомо неподходящих вариантов M .

При использовании возвратной рекурсии отпадает необходимость непосредственно организовывать возвраты и отслеживать правильность их осуществления. Они, как правило, становятся встроенной частью механизма выполнения рекурсивных вызовов.

В общем случае этот метод приводит к алгоритмам с экспоненциальной временной сложностью, а применяется он в основном к классу так называемых Np -полных задач (задача о назначениях, задача коммивояжера, задача о рюкзаке и т. д.). Задачи этого класса эквивалентны друг другу в том смысле, что все они разрешимы недетерминированными алгоритмами полиномиальной сложности. Далее, для них известно, что либо все они разрешимы, либо ни одна из них не разрешима детерминированными алгоритмами полиномиальной сложности. Иными словами, если хотя бы для одной из этих задач не существует детерминированного алгоритма, имеющего в худшем случае полиномиальную трудоемкость, то такие алгоритмы не должны существовать и для остальных задач этого класса. Наоборот, если хотя бы для одной из этих задач удалось найти детерминированный алгоритм, имеющий в худшем случае полиномиальную трудоемкость, то подобные алгоритмы существовали бы и для остальных задач этого класса и, более того, их можно было бы построить.

Алгоритм решения задачи (1)–(3) состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Ввод исходных данных: количество рабочих мест n , масса готовой продукции M_i ($i = 1, 2, \dots, n$); очередность обработки на n рабочих местах G_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$) и расстояние между площадками L_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$), на которое нужно установить рабочие места.

Шаг 2. Предварительно строится матрица $U1$, значениями которой будет масса предметов, которые после c -го станка должны обрабатываться на d -м станке.

На этом шаге выполняются следующие действия.

1. Вычислить размерность матрицы грузооборота U : $m = \frac{n!}{2!(n-2)!}$.
2. Найти все возможные варианты перехода между рабочими местами P_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2$) и площадками PI_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2$).
3. Вычислить значения элементов матрицы $U1$.

Шаг 3. Упорядочить по убыванию элементы матриц $U1$ и P , по возрастанию – L и $P1$. В результате получаются матрицы $U1_1$ и $L1_1$ размерности $m \times 3$.

Шаг 4. Построить матрицу грузооборота U размерностью $m \times m$.

Шаг 5. Решить задачу (1)–(3) методом возвратной рекурсии, находящей одно из оптимальных решений задачи о назначениях при $n1$ ($n1 = m$) вариантов переходов между рабочими местами, m вариантов переходов между площадками и матрице грузооборота U .

На рис. 1 представлена опорная схема для описания рекурсии в задаче о назначениях.

Решением задачи могут служить функция $assi(n1, m, ne, ot, j, U1_1, L1_1)$ с рекурсией по номерам вариантов перехода между рабочими местами, функция $assi2(U1_1, L1_1, ne)$ и программа-константа $assi$.

Решение задачи возвращается в виде вектора $ot = (ot_0, ot_1, \dots, ot_{n1-1}, ot_{n1})^T$, где ot_j – номер варианта перехода между площадками для варианта перехода между рабочими местами с номером j ($j = 0, 1, \dots, n1 - 1$), а ot_{n1} – грузооборот от данного оптимального назначения.

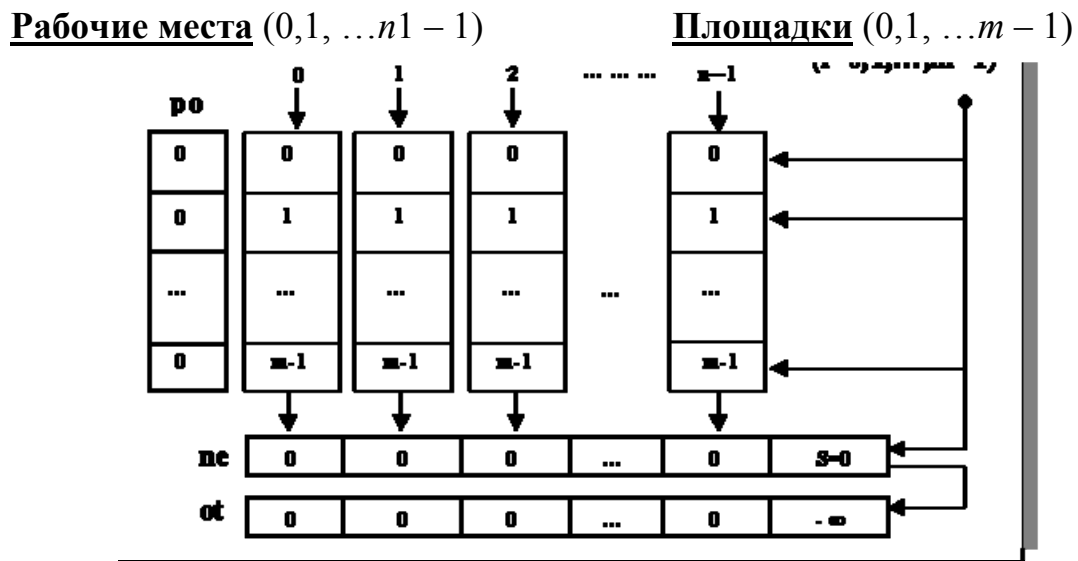


Рис. 1. Опорная схема для описания рекурсии в задаче о назначениях

Параметры функции $assi(n1, m, ne, ot, j, U1_1, L1_1)$ имеют следующий смысл: $ne = (ne_0, ne_1, \dots, ne_{n-1}, ne_n)^T$ – вектор, в котором последовательно формируется очередное назначение: ne_j – номер варианта перехода между площадками с вариантом перехода между рабочими местами с номером j ($j = 0, 1, \dots, n - 1$), ne_n – грузооборот от данного назначения; ro – вектор меток. Если вариант перехода между площадками i в j -м рекурсивном вызове назначается варианту перехода между рабочими местами с номером j , то в векторе меток этот факт фиксируется следующим образом: $ro_i = 1$. При переходе к предыдущему рекурсивному уровню или завершению построения одного из возможных назначений последний из рассмотренных вариантов перехода между площадками высвобождается: $ro_i = 0$; ot – вектор, в котором при $ot_n < ne_n$ вызывается функция $assi2(U1_1, L1_1, ne)$, назначение которой проверить решение ne на выполнимость условий (3), если результат положителен, то запоминается очередное найденное назначение и соответствующий ему грузооборот: $ot = ne$; j – уровень рекурсивного вызова

Предложенный алгоритм реализован в MathCad. Разработанную программу могут использовать как студенты в учебном процессе, так и на производстве.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ СМЫКАНИЯ ЩИПЦОВ КОНТРАКТОРА

А. Е. Шевцов

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

Научные руководители: Г. П. Тариков, В. В. Комраков

По современным представлениям различают 3 типа репаративной регенерации (возникает при переломе кости): первичный, первично-задержанный, вторичный типы сращения кости. Первичный тип сращения кости является самым оптимальным и возникает при наличии небольшого диастаза между отломками в 50–100 мкм, а также полном обездвиживании сопоставленных отломков кости. При этом типе репаративной регенерации сращение отломков наступает в ранние сроки путем непосредственного формирования костной ткани в интермедиарном пространстве. Также при первичном типе сращения на стыке костных отломков не образуется хрящевая и соединительная ткань. Этот тип сращения формируется при переломах без смещения отломков, при применении прочного компрессионного остеосинтеза, поднадкостничных переломах у детей.

Рассматриваемый в данной работе контрактор относится к медицине, а именно к разделам травматологии и ортопедии челюстно-лицевой хирургии. Он используется при операциях на костях для первоначальной фиксации отломков. Известно, что положительный эффект при сращении отломков костей достигается за счет сдавливания отломков с силой 100–200 Н/см² [1]. Слабая компрессия (45–90 Н/см²) или избыточная компрессия (250–450 Н/см²) приводит к возникновению побочных явлений [1].

Для того чтобы щипцы контрактора обеспечивали оптимальное для каждого случая перелома усилие, была проведена его модернизация, заключающаяся в конструировании устройства для определения усилия смыкания щипцов и размещения этого устройства внутри конструкции контрактора.

Трехмерные модели деталей, созданные в пакете SolidWorks 2011 [2], показаны на рис. 1. Собранная в этом же пакете трехмерная модель контрактора показана на рис. 2, а.

Работает контрактор следующим образом. Нижняя часть регулировочного винта имеет метрическую резьбу (на рис. 1 резьба не показана), с помощью которой он вкручивается в корпус контрактора. Щипцы контрактора крепятся шарнирно к корпусу при помощи заклепок и одной стороной входят в канавку, сделанную в верхней части регулировочного винта. Вкручивание или выкручивание регулировочного винта с помощью головки перемещает его вниз или вверх, что приводит к смыканию или размыканию щипцов контрактора.

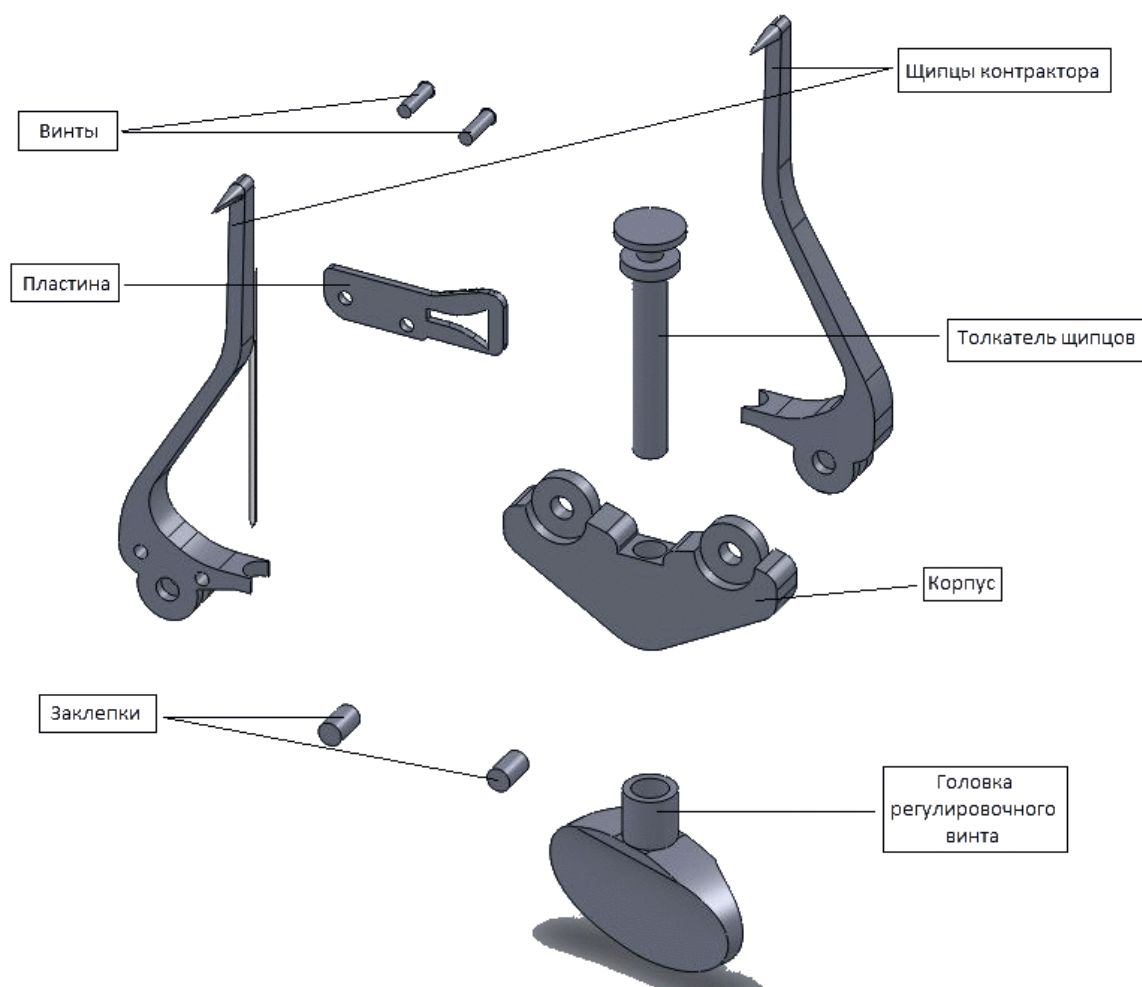


Рис. 1. Детали контрактора

Исследование напряженно-деформированного состояния конструкции проводилось в пакете SolidWorks Simulation, при этом нагрузка, действующая на щипцы контрактора при проведении операций челюстно-лицевой хирургии, менялась в пределах 20–200 Н, головку регулировочного винта считали неподвижной (рис. 2, а).

Рассмотрим подробно основную идею, лежащую в основе модернизации устройства. Для измерения нагрузки, действующей на щипцы контрактора, используем упругие деформации его щипцов, легко различимые человеческим глазом. Приняли, что деформации, соответствующие максимальной нагрузке, должны быть равны 5 мм. Однако в этом случае максимальные напряжения в щипцах становятся больше предела пропорциональности материала. Проведено изменение конструкции, заключающееся в креплении металлической стрелки к левой створке щипцов (рис. 1). Определено оптимальное место крепления стрелки, позволяющее свободному ее концу перемещаться на большую величину, чем перемещения зубцов щипцов. При максимальной нагрузке на щипцы 200 Н перемещение конца стрелки составляет 5,6 мм (рис. 2, в). Кроме этого, найдена такая форма щипцов, при которой максимальные напряжения не превышают 80 МПа и находятся в зоне упругости материала (рис. 2, б).

В конструкцию контрактора введена новая деталь – пластина с делениями, нанесенными через 0,5 мм, позволяющая проводить измерение усилия на щипцах в пределах от 0 до 200 Н, цена деления равна 20 Н.

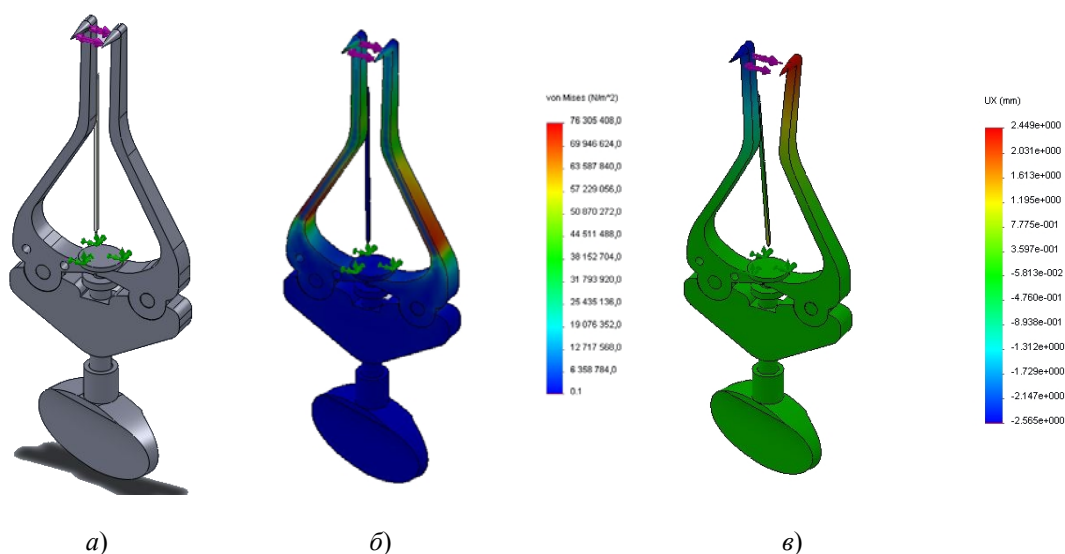


Рис. 2. Схема нагружения контрактора и результаты расчета в пакете SolidWorks Simulation:

a – нагрузка на щипцы 20–200 Н; *б* – максимальные напряжения до 80 МПа; *в* – максимальная нагрузка 200 Н

Заключение

Применение контрактора с устройством определения усилия на его щипцах отвечает наиболее благоприятным условиям первичного типа сращения репаративной регенерации костной ткани и также улучшает манипулятивную свободу оперирующего хирурга при внутриротовом доступе при операции на челюстных костях.

Литература

1. Гуцан, А. Э. Челюстно-лицевые операции : справочник / А. Э. Гуцан ; под ред. А. Э. Гуцан [и др.]. – Витебск : Белмедкнига, 1997. – С. 73–74.
2. Прерис, А. SolidWorks 2005/2006 : учеб. курс / А. Прерис. – СПб. : Питер, 2006. – 528 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А. С. Ковалев

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

Научный руководитель С. И. Кирилюк

Состояние и уровень развития животноводства находятся в непосредственной зависимости от кормопроизводства, от объема и качества заготавливаемых кормов. Для создания прочной кормовой базы необходимы современные кормоуборочные машины, передовые технологии заготовки и хранения кормов. В нашей стране используют силос и его разновидность – силаж, сенаж, зеленый корм, сено различной влажности в измельченном и неизмельченном виде и др. Подавляющую часть (72–75 %) занимают измельченные корма, получаемые с помощью комбайнов.

Появление новых, более перспективных технологий заготовки кормов и особенно силоса предопределило развитие конструкций кормоуборочных комбайнов. Сжатые сроки уборки (до 10 дней) и высокая степень измельчения позволяют заго-

товить корм высокого качества. Основная культура для заготовки силоса – кукуруза. Наилучшее его качество обеспечивает уборка растений в фазе восковой спелости зерна (влажность 65 %). В этом случае при силосовании в траншеях не вытекает сок и создаются наиболее благоприятные условия для деятельности молочно-кислых бактерий, благотворно влияющих на пищеварение животных. Сроки прохождения фазы восковой спелости колеблются от 8 до 14 дней. Уборка в более ранние фазы вегетации приводит к недобору 16–39 % кормовых единиц, в более поздние – к снижению качества корма и уменьшению на 5–6 % сухого вещества.

Кроме того, необходимо выполнение агротехнических требований по качеству измельчения растительной массы: отрезки стеблей до 10 мм должны составлять не менее 75 %, а частицы дробленых зерен не крупнее 5 мм – не менее 95 %. Только в этом случае обеспечивается полная поедаемость силоса.

Для выполнения вышеизложенных процедур необходимы значительные затраты мощности. В настоящее время все производители сельскохозяйственной техники работают над тем, чтобы уменьшить энергоемкость технологического процесса и, как следствие, увеличить производительность выпускаемой продукции.

Рассмотрим несколько примеров из опыта работы зарубежных производителей.

Компания «Ростсельмаш» (Россия) и ее кормоуборочный комбайн RSM1401 (рис. 1).

Форма компонентов технологического тракта на комбайне RSM-1401 позволяет двигаться измельченному продукту с минимальным изменением направления движения, что снижает затраты энергии на транспортировку продукта. Предусмотрена возможность установки в транспортный канал доизмельчающего устройства вальцового типа (два вращающихся с разной скоростью навстречу друг другу вальца).

Для выполнения стабильного протекания технологического процесса и, как следствие, получения отменного корма каждая последующая операция в кормоуборочном комбайне должна происходить с большей линейной скоростью, чем предыдущая.

Применен ускоритель, лопасти которого расположены под углом к продольной оси барабана, что позволяет направлять массу к центру поворотного устройства с минимальными затратами энергии и получением плотного потока измельченной массы на выходе из силосопровода – более плотное и равномерное заполнение транспортных средств.

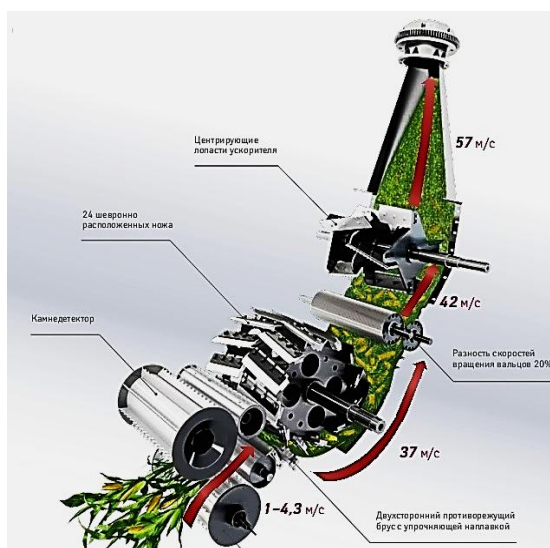


Рис. 1. Технологический процесс комбайна RSM-1401

Компания John Deere (США). Кормоуборочный комбайн серии 7080. Кормоуборочные комбайны серии 7080 обеспечивают плавный равномерный поток растительной массы к измельчающему барабану, а затем деликатно направляют измельченный материал с ускорением по направляющим в силосопровод, из которого масса быстро и точно попадает в прицеп или трейлер. На серии 7080 измельчающий барабан DuraDrum (рис. 2) с многочисленными ножами сконструирован для равномерного распределения измельченной массы по всей ширине рабочего потока. Он не только гарантирует использование полной рабочей ширины зернового процессора при уборке кукурузы, но также позволяет материалу равномерно поступать в силосопровод. Это одна из причин того, почему кормоуборочные комбайны John Deere являются такими экономичными по расходу топлива.

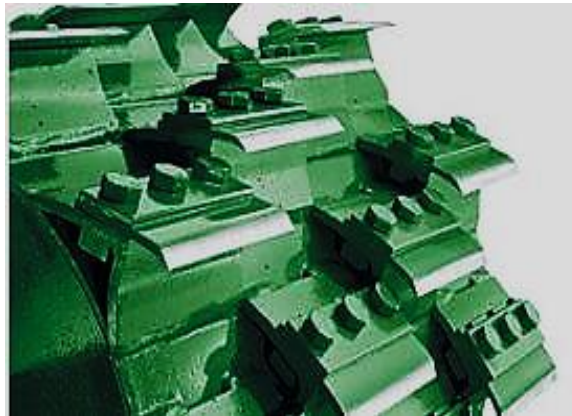


Рис. 2. Ножи на барабане DuraDrum

Рассмотрим пример отечественной кормоуборочной техники на примере кормоуборочного комплекса КВК-800, выпускаемого ПО «Гомсельмаш».

Рассмотрим схему измельчающего аппарата комбайна КВК-800 (рис. 3). Растительная масса до выхода в силосопровод из измельчающего барабана проходит путь BC . При прохождении этого пути затрачивается работа на преодоление силы трения между металлом подбарабанья и растительной массой. Если уменьшить этот путь, то затраты энергии на прохождение этого пути будут снижены и, следовательно, энергоемкость процесса подачи измельченной массы будет уменьшена. Сокращение пути массы можно получить путем уменьшения угла Ψ (рис. 3).

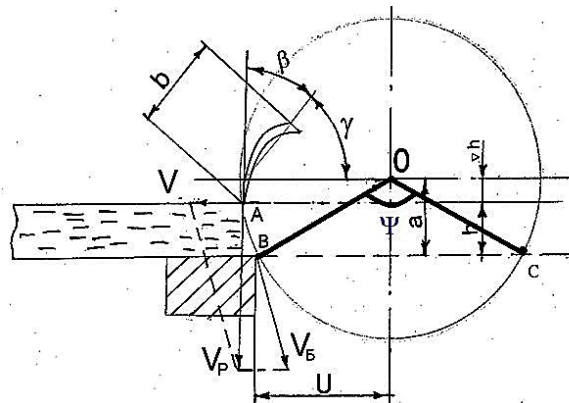


Рис. 3. Схема работы измельчающего барабана кормоуборочного комбайна

Сила трения растительной массы о дно подбарабанья равна:

$$F_{\text{тр}} = (ma + mg)f.$$

Центростремительное ускорение, действующее на растительную массу, равно:

$$a = \omega^2 r = \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \frac{D}{2},$$

где ω – частота вращения измельчающего барабана; D – диаметр барабана.

Тогда сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \left(m \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \frac{D}{2} + mg \right) f.$$

Работа сил трения равна:

$$A = F_{\text{тр}} S,$$

где S – путь пройденный растительной массой, он равен:

$$S = \frac{\pi r \Psi}{180},$$

где Ψ – угол прохождения растительной массы по подбарабанью.

Мощность, затрачиваемая на протаскивание растительной массы по подбарабанью:

$$N_{\text{тр}} = A\omega, \text{ или } N_{\text{тр}} = \frac{\pi r \Psi}{180} \omega.$$

Очевидно, мощность прямо пропорционально связана с углом Ψ и при уменьшении угла уменьшается мощность, затрачиваемая на трение.

Угол $\Psi = 115^\circ$. При уменьшении угла на 10° технологический процесс не нарушается, но уменьшаются затраты мощности на трение.

$$\frac{N'_{\text{тр}}}{N_{\text{тр}}} = \frac{\Psi'}{\Psi} = \frac{115^\circ - 10^\circ}{115^\circ} = 0,91.$$

Таким образом, в процентном соотношении имеем экономию мощности, затрачиваемую на трение:

$$\Delta = (1 - 0,91) 100 \% = 9 \%.$$

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИМИТАЦИИ РАБОТЫ
ЗАДНЕГО ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА
ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А**

А. С. Фещин

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

Научный руководитель С. И. Кириллюк

Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250А и его модификации предназначены для выполнения различных сельскохозяйственных работ в агрегате с полунавесными, навесными и прицепными машинами и орудиями.

Энергосредство оборудовано навесным устройством, гидростатическим приводом ходовой части, управляемым ведущим мостом, передним и задним ВОМ, реверсивным рабочим местом оператора.

Универсальное энергетическое средство используется в составе кормоуборочного, свеклоуборочного, сеноуборочного, зерноуборочного комплексов и бороны ротационной для составления агрегатов, предназначенных для выполнения за один проход по полю предпосевной обработки почвы, посева семян, внесения удобрений и гербицидов.

Энергосредство УЭС-2-250А агрегируется с полунавесным кормоуборочным комбайном «Полесье-3000»; комбайнами навесными свеклоуборочными КСН-6, КСН-6-2; косилкой-плющилкой ротационной КПП-6 и другими сельскохозяйственными машинами, агрегатирование которых с УЭС согласовано с разработчиком в установленном порядке. Универсальное энергетическое средство имеет рамную конструкцию.

Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250А «Полесье» является самоходной сельскохозяйственной машиной, которая оборудована навесным устройством для агрегатирования с различными машинами и двумя ведущими мостами для обеспечения повышенной проходимости и тяговой способности.

В зависимости от необходимости двигаться двигателем вперед или назад рабочее место оператора может реверсироваться.

Для улучшения показателей энергосредства, отдельные узлы энергосредства испытывают на испытательных стендах.

Испытательный стенд надо понимать как комплексное объединение (модуль) различных типов оборудования, которое служит для сбора и анализа информации для испытания систем и объектов.

Спроектированный стенд предназначен для обкатки и проведения испытаний механических передач и гидросистемы силовых цилиндров УЭС-2-250А, осуществления проверки эффективности новых конструкторско-технологических мероприятий, направленных на повышение надежности, снижение металлоемкости и определение ресурса деталей.

Стенд испытания заднего навесного устройства УЭС-2-250А (рис. 1) состоит из следующих составных частей:

- приводной станции с навесным устройством УЭС для навески испытываемого объекта;
- опорных площадок, на которые опираются колеса полунавесного комбайна;
- гидростанции.

Приводная станция предназначена для управления гидроцилиндром механизма навески, что в свою очередь позволяет поднимать и опускать механизм навески и подбирать нужное давление в гидросистеме.

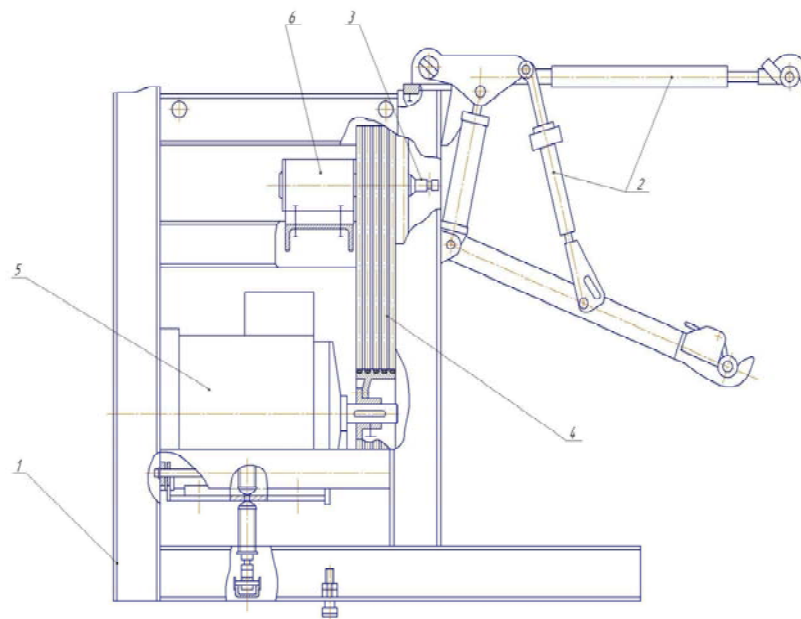


Рис. 1. Приводная станция:
 1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – ВОМ; 4 – клиноременная передача;
 5 – электродвигатель; 6 – контрпривод

Опорные площадки стенда (рис. 2) предназначены для имитации продольного профиля полевого покрытия. Управление ими производится при помощи преобразователя частоты двигателя. Он используется для калибровки прицепных устройств, с помощью которых измеряется ровность покрытия.

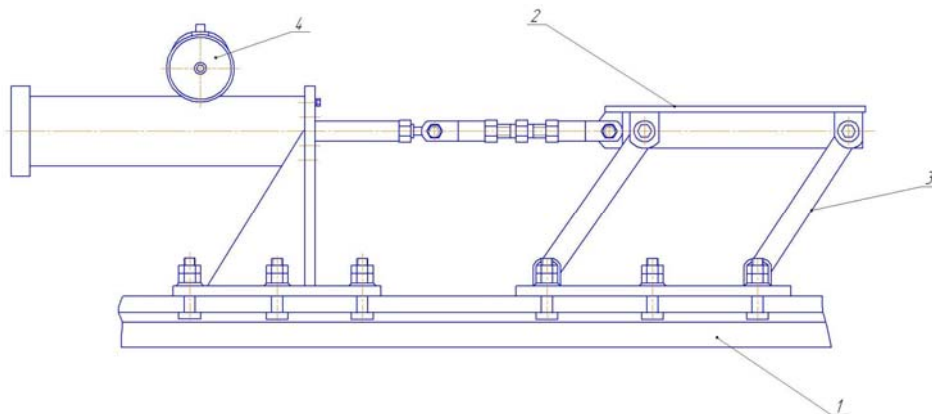


Рис. 2. Имитатор неровностей:
 1 – опора; 2 – площадка для колес; 3 – стойка; 4 – манометр

Гидростанция (рис. 3) является важнейшим элементом гидропривода. Она применяется для подачи жидкости под давлением в гидросистеме механизма навески.

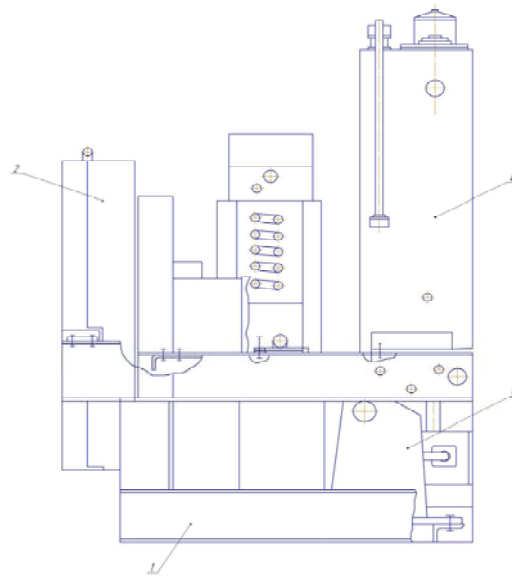


Рис. 3. Гидростанция:
1 – рама; 2 – радиатор масляный; 3 – насос; 4 – бак масляный

Стенд работает следующим образом (рис. 4): насос питает через блок гидрораспределителей, цилиндры механизма навески, а также гидроцилиндры испытываемого объекта. При включении электромагнитов гидрораспределитель соединяет нагнетательную магистраль насоса с поршневыми полостями цилиндров механизма навески, а их штоковые полости со сливом. Происходит подъем испытываемого объекта. При выключении электромагнитов происходит опускание испытываемого объекта.

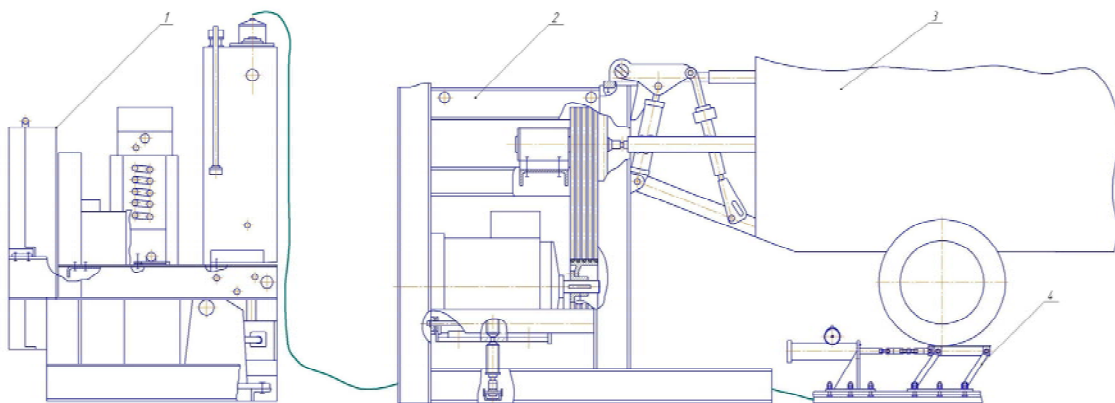


Рис. 4. Схема работы стенда:
1 – гидростанция; 2 – приводная станция; 3 – испытываемый объект;
4 – имитатор неровностей

Спроектированный стенд для испытаний механизма навески, позволяет подобрать нужное давление в гидросистеме, гидроцилиндры и геометрические размеры навесного механизма, тем самым увеличить грузоподъемности механизма в целом. Производить испытания отдельных узлов энергосредства совместно с навесными

машинами с имитацией неровностей. Испытания можно проводить в течение всего года, тогда как полевые испытания только летом.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ В КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА УЭС-2-280А-1

Я. В. Кнут

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Все большее применение на основных работах сельскохозяйственного производства и промышленности находят универсальные энергетические средства (далее – УЭС). Это связано с развитием конструкций данных УЭС, повышением тяговых качеств и маневренности, а также увеличением ширины захвата агрегируемых машин.

При новом проектировании УЭС необходимо уделять внимание не только конструкции самих УЭС, но и конструкции их трансмиссий, уделяя особое внимание требованиям экологии, снижению энергоемкости и применению новых типов привода.

Темой доклада является модернизация трансмиссии универсального энергетического средства УЭС-2-280А-1 производства ПО «Гомсельмаш».

Модернизация включает в себя изменение типа привода движения УЭС (каждое колесо УЭС приводится в движение гидромотором), что дает возможность применения двух ведущих мостов (полный привод), двух управляемых мостов (уменьшается радиус поворота), изменения базы УЭС (телескопическим выдвиганием брусьев рамы, установкой в раму промежуточных вставок или перестановкой моста вдоль удлиненной рамы) для более широкой номенклатуры применяемых агрегируемых машин, освобождения места для валов отбора мощности.

Для подбора гидромоторов необходимо рассчитать мощность и крутящий момент на колесе ведущего моста.

Расчет ведется для I передачи (самая нагруженная передача).

Расчет мощности P и крутящего момента M гидромотора MF Н 112

Дано:

Номинальная мощность $P_1 = 156,4$ кВт;

Номинальная частота вращения $n_1 = 2500 \text{ мин}^{-1} = \frac{2500}{60} = 41,67 \text{ с}^{-1}$.

Расчет:

$$\omega = 2\pi n;$$

$$\omega_1 = 2\pi n_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 41,67 = 261,68 \text{ рад/с};$$

$$M = \frac{P}{\omega};$$

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{156,4 \cdot 1000}{261,68} = 597,67 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Расчет КПД η редуктора

Дано:

$$\eta_{\text{цил.пер}} = 0,98;$$

$$\eta_{\text{подш}} = 0,99;$$

Расчет:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n;$$

$$\eta_{\text{ред}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_{\text{подш}}^4 = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,99^4 = 0,902.$$

Расчет мощности P и крутящего момента M редуктора

Дано:

Передаточное отношение $i_I = 5,511$.

Расчет:

$$P_2 = \eta P_1;$$

$$P_2 = \eta_{\text{ред}} P_1 = 0,902 \cdot 156,4 = 141,07 \text{ кВт};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_I} = \frac{2500}{5,511} = 453,64 \text{ мин}^{-1} = 7,56 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = 2\pi n_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 7,56 = 47,47 \text{ рад/с};$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{141,07 \cdot 1000}{47,47} = 2971,77 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность P и крутящий момент M на каждый бортовой редуктор:

$$P_3 = P_4 = \frac{P_2}{2} = \frac{141,07}{2} = 70,53 \text{ кВт};$$

$$M_3 = M_4 = \frac{M_2}{2} = \frac{2971,77}{2} = 1485,88 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Расчет мощности P и крутящего момента M для каждого бортового редуктора

Дано:

$$\eta_{\text{планет.пер}} = 0,95 \dots 0,99.$$

Выбираем $\eta_{\text{планет.пер}} = 0,97$.

Передаточное отношение $i_5 = 19,64$.

Расчет:

$$P_5 = P_6 = P_3 \eta_{\text{планет.пер}} = 70,53 \cdot 0,97 = 68,41 \text{ кВт};$$

$$n_5 = n_6 = \frac{n_2}{i_5} = \frac{7,56}{19,64} = 0,38 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_5 = \omega_6 = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,38 = 2,38 \text{ рад/с};$$

$$M_5 = M_6 = \frac{P_5}{\omega_5} = \frac{68,41 \cdot 1000}{2,38} = 28743 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Проверка

Дано:

$R_{\text{статич}} = 0,719 \text{ м}.$

Расчет:

$$v = \frac{\omega d}{2} = \frac{2,38 \cdot 1,438}{2} = 1,7 \text{ м/с} = 6,12 \text{ км/ч}.$$

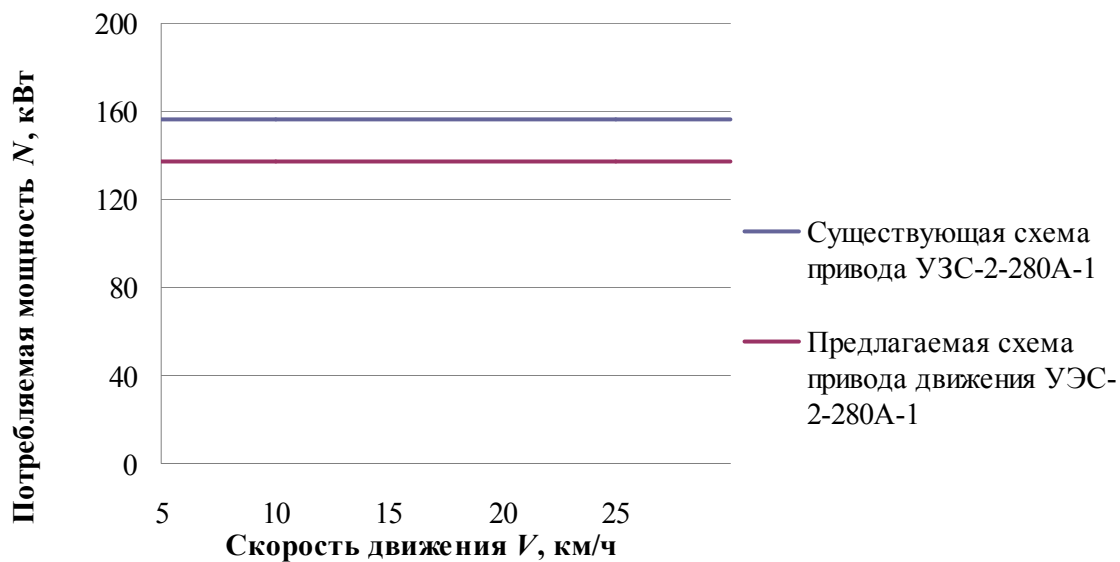


Рис. 1. График зависимости потребления мощности от скорости движения

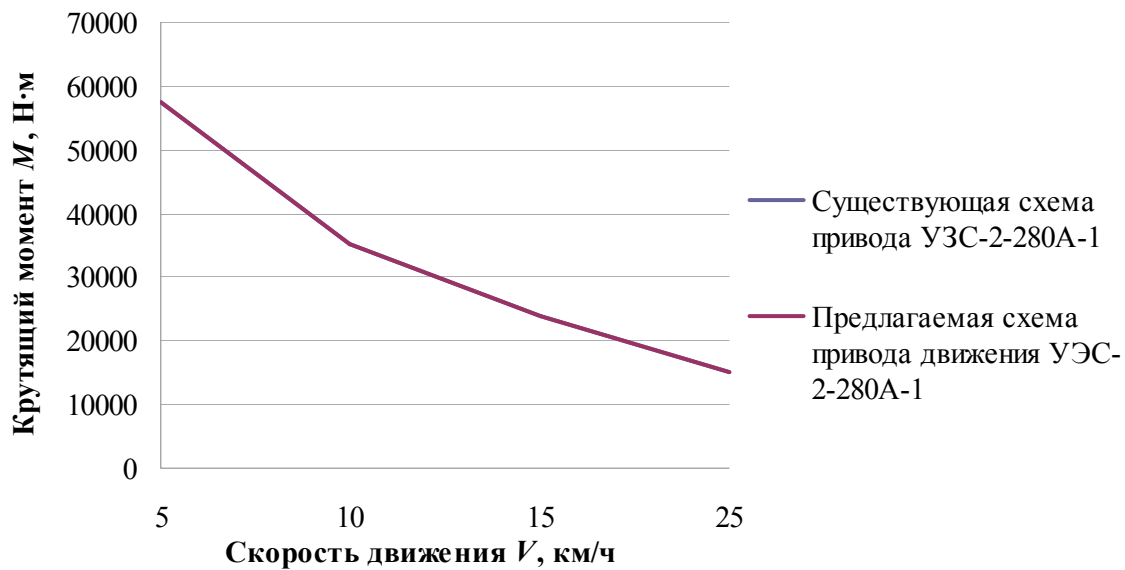


Рис. 2. График зависимости крутящего момента от скорости движения

Данные графики зависимостей показывают, что при одинаковом крутящем моменте на колесах УЭС потребление мощности от двигателя при новом типе трансмиссии меньше на 19 кВт, что говорит о целесообразности данного проекта.

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПНУ УЭС 290/450 В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ АГРЕГАТИРОВАНИЯ

А. Н. Ляховец

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Подъемно-навесные устройства (ПНУ) являются составной частью таких сложных технических объектов, как сельскохозяйственные, строительно-дорожные и землеройные энергомашинные комплексы. Они предназначены для связи мобильных энергоносителей (тракторов, универсальных энергосредств) с навесными машинами и орудиями. В машинном агрегате, состоящем из ПНУ и навесной машины, ПНУ в свою очередь состоит из гидропривода и механизма навески, закрепленного на раме мобильного энергосредства.

Механизм навески (МН) представляет собой пространственный шарнирно-рычажный механизм. Механизм навески является основным структурным компонентом ПНУ, определяющим характер взаимодействия рамы мобильного энергосредства с навесной машиной (орудием). В проекции на продольную плоскость симметрии машинного агрегата пространственный МН преобразуется в его плоский аналог (рис. 1).

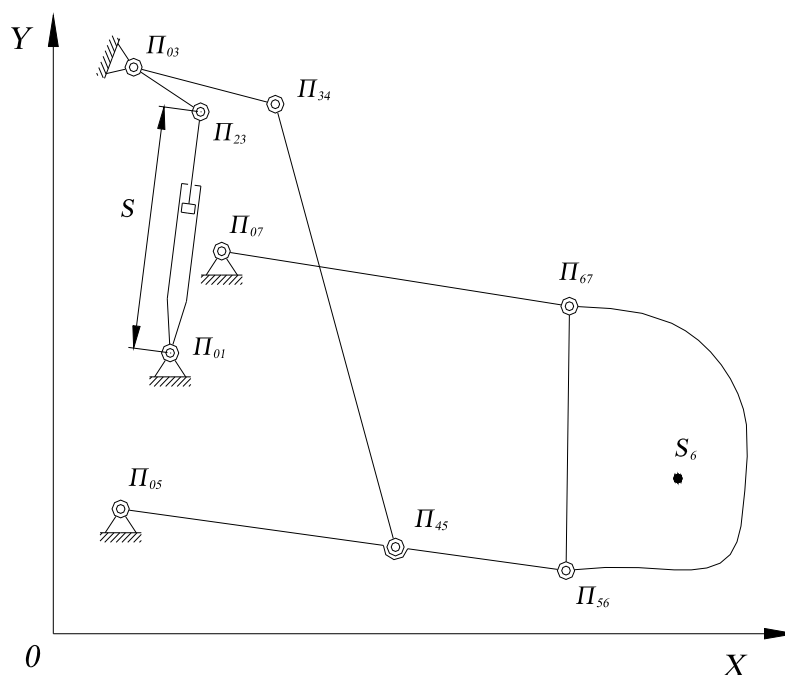


Рис. 1. Структурная схема механизма навески УЭС 290/450

Для анализа выберем навесные орудия, схожие по компоновке и функционалу, но от разного производителя:

- жатка для грубостебельных культур ЖГР-4,5 пр-ва ПО «Гомсельмаш» (Беларусь);
- жатка для грубостебельных культур RU450 пр-ва «CLAAS» (Германия).

В целом адаптеры имеют схожую компоновку, однако некоторые параметры различны и определяют поведение адаптеров в составе УЭС.

Параметры ПНУ

| Навесные орудия | ЖГР-4,5 | RU450 |
|--|---------|-------|
| Масса, кг | 2225 | 1960 |
| Расстояние от оси подвеса до центра тяжести, [м] | 0,75 | 0,63 |

В ходе анализа рассчитаем основные параметры ПНУ в двух вариантах агрегатирования.

Выходные координаты четырехзвенника:

$$X_{34}(S) = X_{03} + L_{34} \cdot \cos(\varphi_{34}(S)); \quad Y_{34}(S) = Y_{03} + L_{34} \cdot \sin(\varphi_{34}(S)).$$

Расстояние от оси подвеса механизма навески до центра тяжести комбайна:

$$L_{S6} = \sqrt{X_6^2 + Y_6^2}.$$

Расстояние от центра тяжести комбайна до крепления верхней тяги:

$$L_{56} = \sqrt{((X_{56Sp} + X_6) - X_{67Sp})^2 + ((Y_{56Sp} + Y_6) - Y_{67Sp})^2}.$$

Угол между прямой, соединяющей центр тяжести комбайна, и осью подвеса механизма навески определяется в соответствии с выражением

$$\varphi_{S_6} = -\arccos\left(\frac{L_6^2 + L_{S_6}^2 - L_{RS}^2}{2L_6L_{S_6}}\right).$$

Координаты центра тяжести комбайна:

$$X_{S_6}(S) = X_{S_6}(S) + L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_{S_6}(S) + \varphi_6(S));$$

$$Y_{S_6}(S) = Y_{S_6}(S) + L_{S_6} \cdot \sin(\varphi_{S_6}(S) + \varphi_6(S)).$$

На основе представленных аналитических зависимостей можно получить координаты точек S_6 и P_{S_6} , изменение положения навешиваемого комбайна относительно трактора во время перевода комбайна в транспортное положение.

Кинематические передаточные функции 1-го порядка (передаточные числа) представляют собой аналоги вертикальных составляющих линейных скоростей, определенных в центре тяжести навешиваемого комбайна и на оси подвеса механизма навески:

$$I_m(S) = d\varphi_5(S)L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_5(S));$$

$$I_s(S) = I_m(S) + d\varphi_6(S)L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_{S_6}(S) + \varphi_6(S)).$$

Дифференциальное уравнение движения машинного агрегата, описывающее динамику подъема адаптера:

$$\begin{cases} \dot{p}_1 = \frac{E_{np}}{V_0 + F_c(S - S_0)} Q - \frac{F_c E_{np}}{V_0 + F_c(S - S_0)} \dot{S}; \\ p_2 = p_1 - (a_1 \ddot{S} + a_2 \dot{S} + a_3 S^2); \\ m(S) \ddot{S} + \frac{1}{2} m'(S) \dot{S}^2 = p_2 F_c - [F(S) + F_{np}^{np}(S)]. \end{cases}$$

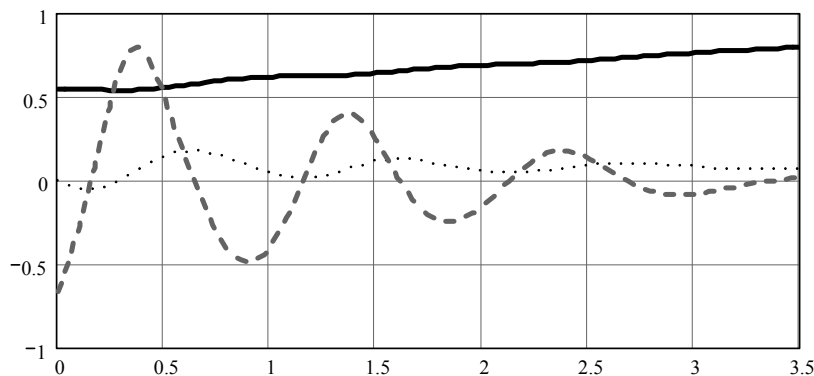


Рис. 2. Закон движения нагруженного поршня гидроцилиндра

Реакции управляемых и ведущих колес на почву:

$$R_a(S) = \frac{P_{гр}(\alpha + L_b) + P_{тр}b - P_6 X_{S6}(S)}{L_b};$$

$$R_b(S) = P_{гр} - P_a(S) + P_{тр} + P_6.$$

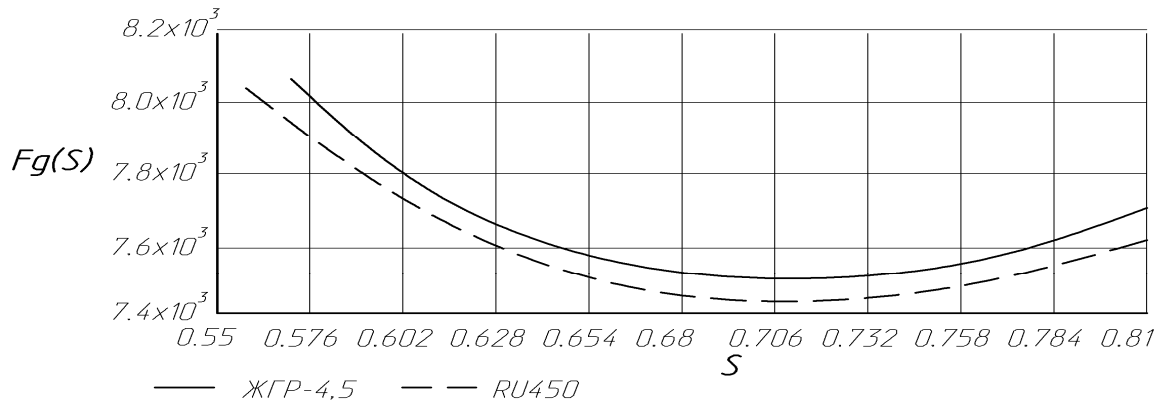


Рис. 3. Изменение нагрузки на гидроцилиндры

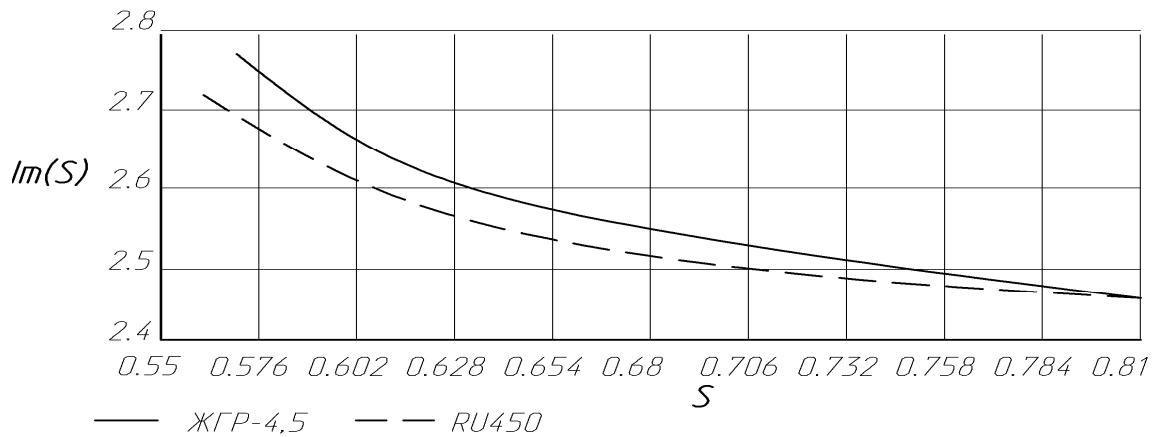


Рис. 4. Изменение коэффициента кинематической передачи

Как видно из графиков, ПНУ ведет себя предсказуемо и стабильно в обоих случаях, что говорит о правильно рассчитанной и продуманной конструкции ПНУ и возможности применения ее в составе с импортными адаптерами.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРЕПЛЕНИЯ НОЖЕЙ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ БАРАБАНОВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

К. Н. Яцко

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

Научный руководитель В. В. Миренков

В настоящее время для решения задач, связанных с расчетом сложных конструкций, при решении которых необходимо было затратить много времени, а также задач со сложным характером нагрузки применяются программы конечноэлементного анализа. Одними из представителей семейства расчетных программ является Solid Works и ANSYS. Программы Solid Works и ANSYS предлагают широкий спектр возможностей конечноэлементного анализа, начиная от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов.

Создание расчетной модели включает в себя три основных стадии:

Первая стадия – геометрическое моделирование – включает разработку пространственной модели конструкции.

На следующем этапе производится задание свойств материалов. В зависимости от решаемой задачи Solid Works и ANSYS позволяют описывать как линейное, так и нелинейное поведение материалов. При описании линейного поведения материала его свойства не изменяются в процессе деформирования. Свойства такого материала могут зависеть от температуры материала. Кроме того, имеется возможность задать различные свойства для различных направлений, т. е. описывать анизотропные материалы.

На этапе создания сетки конечных элементов выясняется целесообразность использования различных видов конечных элементов в рассматриваемой модели и выполняются действия по созданию регулярной сетки конечных элементов.

Для моделирования процессов деформирования и разрушения лушительника принято использование объемных конечных элементов, используемых в программных продуктах Solid Works и ANSYS. Целесообразность выбора типа конечного элемента определяется степенью сложности геометрии узла и требуемой точностью решения. Поэтому для разбиения геометрической модели конечными элементами были использованы следующие типы элементов: SOLID 185 и SOLID 187. Элемент SOLID 185 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Он образован восемью узлами, имеющими три степени свободы каждый. Элемент SOLID 187 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Приведенный элемент предлагается применять для моделирования объемов с большим количеством поверхностей, где применение гексаэдральных элементов не представляется возможным.

Адекватность расчетной модели во многом определяется точностью задания деформационных свойств материала и граничных условий.

В качестве граничных условий использовались силы, действующие на нож ($R_1 = 2585$ Н, $R_2 = 2042$ Н, $R_3 = 572$ Н).

Материалы деталей:

1. Нож – Сталь ВЧТГ: модуль упругости – 170 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,27.
2. Болт – Сталь 45Х: модуль упругости – 214 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3.
3. Корпус – Сталь 45: модуль упругости – 200 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3.
4. Прокладка – Сталь 45: модуль упругости – 200 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3.

Твердотельная модель ножей представлена на рис. 1.

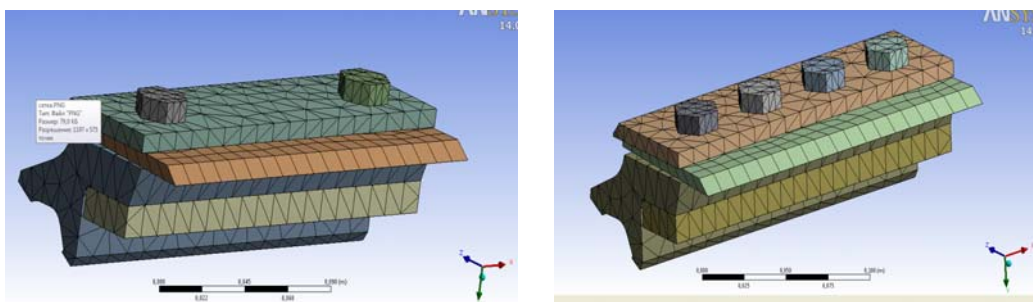


Рис. 1. Твердотельная модель ножей, разбитая на конечные элементы

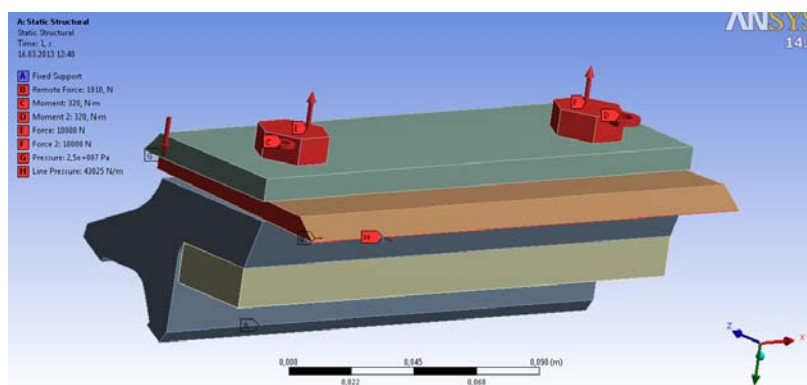


Рис. 2. Схема нагружения

В результате проведенных расчетов (рис. 3) установлено, что максимальное расчетное напряжение на ноже с 2-болтовым соединением составило 601 МПа, а с 4-болтовым 541 МПа. Оценка нагруженности производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3-я теория прочности).

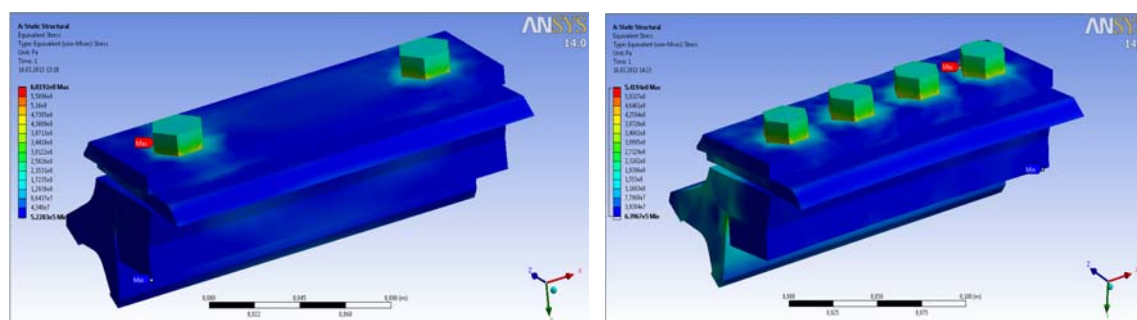


Рис. 3. Распределение механических напряжений по критерию Мизеса на конструкции ножей

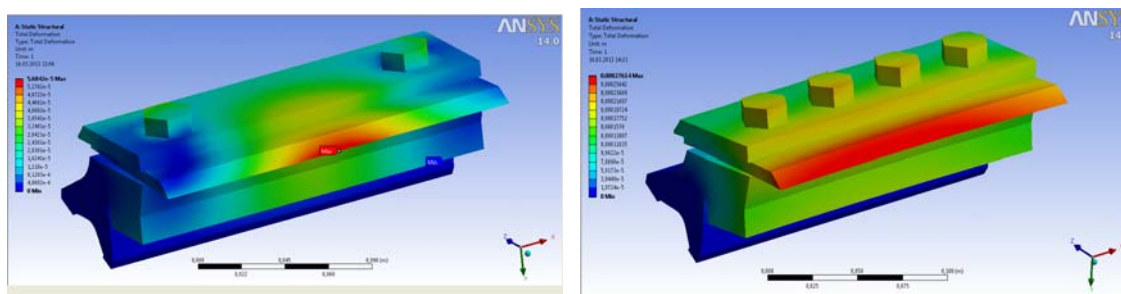


Рис. 4. Эпюр перемещений

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанная конечно-элементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние конструкции ножей.
2. Наибольшие деформации ножей в первом случае сосредотачиваются в центре ножа, во втором случае – по всей поверхности ножа.

Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Басов, К. А. ANSYS в примерах и задачах / К. А. Басов. – М. : КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.
3. Прочность, устойчивость, колебания : справ. в 3 т. / редкол.: И. А. Биргер [и др.]. – М. : Машиностроение, 1968–1988. – Т. 1: Прочность, устойчивость, колебания / И. А. Биргер [и др.]. – 1968. – 831 с.
4. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. – 2006.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ БОРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВЫХ МУФТАХ

В. О. Щириков, Г. А. Сиз

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

Научный руководитель В. М. Быстренков

Одним из важных и перспективных направлений в современной технике является исследование электромагнитных порошковых муфт (ЭПМ). Электромагнитные муфты являются исполнительными элементами современных быстродействующих электроприводов. Муфты обеспечивают передачу вращения от ведущего вала (двигателя) к ведомому валу приводимого механизма. Находят применение в основном три вида электромагнитных муфт: гистерезисные, порошковые и фрикционные. Электромагнитные муфты обеспечивают плавное регулирование передаваемого момента и частоты вращения, ограничение передаваемого момента, плавность процесса пуска, изменение направления вращения, торможение. Наиболее важные выполняемые функции – передача и регулирование вращающего момента, при этом в следящих системах электромагнитные муфты выполняют функции усилителя мощности. Кроме этого эти муфты имеют ряд достоинств перед своими аналогами, так как характеристики порошковых электромагнитных муфт позволяют использовать их все-сторонне. Они могут быть использованы в качестве сцепных, тормозных, динамометрических муфт и в усилителях мощности для сервоприводов.

Принцип действия и устройство электромагнитных порошковых муфт

При появлении тока в обмотке управления в зазоре между ведущим и ведомым ротора появляется магнитный поток Φ_y (рис. 1), который намагничивает частицы ферромагнитного порошка. Последние, слипаясь между собой, образуют ориентированные по направлению магнитных силовых линий перемычки, связывающие ведущий и ведомый роторы. Прочность этих перемычек не линейно зависит от величины магнитного потока через зазор. Сопротивление связок деформации сдвига, вызываемой относительным движением роторов, создает момент, пропорциональный силе сцепления частиц в связках и углу наклона связок.

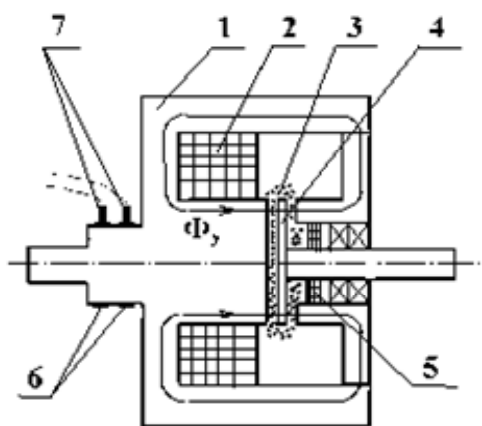


Рис. 1. Конструктивная электромагнитная порошковая муфта:

1 – ведущий ротор; 2 – обмотка управления; 3 – ферромагнитный накопительный порошок; 4 – ведомый ротор; 5 – уплотнение; 6 – контактные кольца; 7 – щетки

При скольжении ведомого ротора относительно ведущего происходит процесс непрерывного разрушения и образования связок, причем передаваемый момент практически не зависит от скорости скольжения. При нормальной работе ЭПМ ведущий и ведомый роторы все время проскальзывают один относительно другого, поэтому можно было бы ожидать некоторого их износа. Однако этот износ практически не заметен, так как скольжение происходит в основном внутри порошковой массы, а слои, прилегающие к поверхностям роторов, остаются неподвижными.

Основные проблемы муфт связаны с используемым в них порошком. Именно использование порошка при передаче крутящего момента обеспечивает быстрое действие муфты. Так как через порошок передается крутящий момент, он и подвергается наибольшему износу. Порошок должен обладать хорошими электромагнитными свойствами, а также быть достаточно прочным, чтобы сопротивляться износу и обеспечить надежную работу муфты. Используемые на данный момент порошки обладают достаточной прочностью для использования, но они являются очень дорогостоящими, это и является тормозящим фактором для широкого внедрения ЭПМ, они недостаточно экономически выгодны. Исследования этих муфт на данном этапе должно быть направлено в большей степени на разработку порошка, удовлетворяющего требуемым параметрам и имеющего умеренную цену.

Наиболее распространенным ферромагнитным наполнителем служит порошок из карбонильного железа. Магнитные свойства порошков карбонильного железа зависят от размеров частиц, химического состава и структуры. Форма частиц порошка близка к сферической. Для повышения коррозионной стойкости и предотвращения слипания

частиц порошка при работе в ЭПМ на его поверхность тонким слоем 0,2–0,5 мкм наносят изоляционную пленку SiO_2 или Al_2O_3 . При работе в режиме скольжения карбонильное железо склонно собираться в комки, и поэтому к нему добавляют 2–4 % разделителя. В качестве разделителя используют графит, окись цинка, тальк и тонкоизмельченную слюду. Недостатком данного материала является сложность технологии его получения и связанная с ней высокая стоимость.

Наиболее важными задачами при разработке новых сортов порошков являются повышение коррозионной устойчивости при нормальной и высокой температурах (350–380 °С), увеличение однородности порошка по размерам частиц, повышение сыпучести.

Поставленная задача решается тем, что разработан ферромагнитный материал, содержащий ферромагнитную составляющую, которая заключена в боридную оболочку. Ферромагнитная составляющая представляет собой ядра на железной основе из отходов металлообработки с частицами сферической формы размером 0,005–0,640 мм. Сферическая форма стальной дроби не обладает режущей способностью, что увеличивает срок работы роторов механизма. При этом в качестве отходов металлообработки используются отходы стальной дроби соответствующей фракции.

Стальную дробь сферической формы в соотношении 1 : 7 перемешивали с насыщающей средой из карбида бора B_4C . Полученную смесь помещали в контейнер из стали 12Х18Н10Т с плавким герметизирующим затвором. Нагрев осуществляли в лабораторной камерной печи марки СНОЛ-1.62.0.08/9-141 до температуры 900–950 °С. Продолжительность химико-термической обработки составляла 1–5 ч в зависимости от требуемого количества бора в частицах порошка.

Данный ферромагнитный материал (борированный порошок) обладает высокими магнитными свойствами, так как ядро его частиц состоит из стали и содержит большое количество железа. При этом боридная оболочка данных частиц представляет собой бориды железа FeB и Fe_2B , обладающих высокой твердостью. Вследствие этого предлагаемый ферромагнитный материал обладает повышенной коррозионной устойчивостью и длительностью работы в электромагнитных порошковых муфтах.

Применение в качестве сырья при изготовлении нового ферромагнитного материала отходов металлообработки позволяет снизить стоимость данного материала.

Очень важным и решающим фактором, определяющим пригодность для ЭПМ того или иного сорта порошка, является его длительная работа в ЭПМ. Такие испытания порошка проводились на специально выполненной для этой цели макетной муфте, которая была смонтирована на испытательном стенде.

Установлено, что сыпучесть порошка снижается на 10–15 % по сравнению с первоначальной за счет появления призматических выступов на поверхности частиц. Изменение насыпной плотности в первую очередь зависит от количества диффундировавшего в частицу бора (поскольку бор является более легким элементом), т. е. от толщины боридного слоя. Зависимость насыпной плотности от толщины боридной оболочки для различных фракций стального порошка приведена на рис. 2.

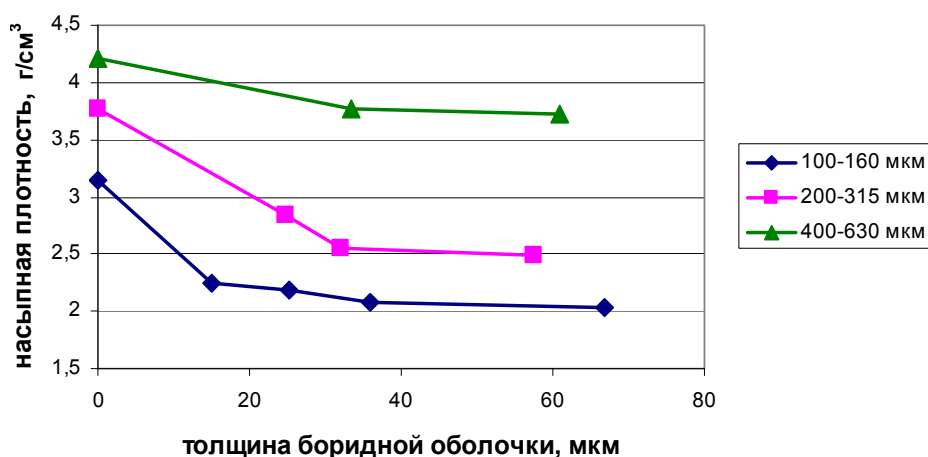


Рис. 2. Изменение насыпной плотности в зависимости от толщины боридного слоя и фракции

Все полученные результаты подвергали обработке с использованием аппарата математической статистики.

Результаты проведенных испытаний борированного порошка и карбанильного железа сведены в таблицу.

Данные испытаний

| Характеристика ферромагнитного материала | | | Технологические характеристики порошка, процесса шлифования и обработанной поверхности | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|---------------------------|
| Ферромагнитный материал | Содержание бора в материале, мас. % | Диапазон размеров частиц порошка, мм | Насыпная плотность, г/см³ | Длительность работы, ч | Стойкость порошка, циклов |
| Карбанильное железо | – | 0,060–0,080 | 3,0–3,8 | 300 | 82 ± 5 |
| Борированный порошок | 4,4 ± 0,2 | 0,060–0,080 | 3,5–4,0 | 350 | 102 ± 8 |

Таким образом, предложенный борированный порошок по сравнению с карбанильным железом обладает высокими магнитными свойствами, более высокой коррозионной стойкостью, длительностью работы, а также более технологичен в изготовлении и использовании. При этом заявляемый порошок дешевле порошка из карбанильного железа.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ РАСХОДНО-ПЕРЕПАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ ДРОССЕЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

М. С. Алехнович

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

Научный руководитель И. Н. Головки

В настоящее время при разработке дросселирующих устройств управления гидроприводом широкое применение получил метод конечных элементов (МКЭ). С помощью этого метода можно произвести моделирование течения жидкостей и газов в проточных полостях гидравлических устройств. Основной сложностью при проектировании гидравлических устройств с заранее известными характеристиками является трудоемкий и дорогостоящий процесс опытно-конструкторских и экспериментальных работ с многократным изготовлением и последующими экспериментальными работами.

С целью определения расходно-перепадной характеристики через дросселирующее устройство был использован МКЭ. Целью моделирования является снижение затрат, связанных с многократными опытно-экспериментальными работами, и снижение требуемых топливно-энергетических ресурсов.

Моделирование течения через дросселирующее устройство (рис. 1) производится после определения граничных условий (свойств рабочей среды, усилий, давлений и т. д.) и геометрических размеров расчетной области, через которое происходит истечение [1].

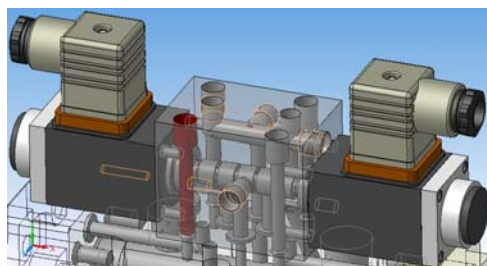


Рис. 1. Общий вид дросселирующего устройства – пропорционального гидроклапана давления

В ходе работы было произведено построение расчетной геометрии (рис. 2) и импорт ее в расчетную среду. На следующем шаге полученная геометрия разбивается сеткой и задаются граничные условия для решения уравнений Навье-Стокса в численном виде средствами программного комплекса ANSYS Flotran. При расчете МКЭ использовались физические характеристики рабочих жидкостей, которые предпочтительно используются в гидроприводах.

С целью построения расходно-перепадной характеристики мы изменяли положение золотника в исходном файле модели, при этом давление на входе в аппарат было задано постоянным, а линии «А» и «В» аппарата были замкнуты между собой [2].

Далее был произведен запуск решения с использованием k -й модели турбулентности. Были получены значения скоростей в исследуемых сечениях. Сохранены результаты в виде табличных значений с данными значений скоростей в сечениях.

Также чтение значений при помощи MathCAD и расчет. Это позволило по полученным данным построить зависимость потерь давления от расхода.

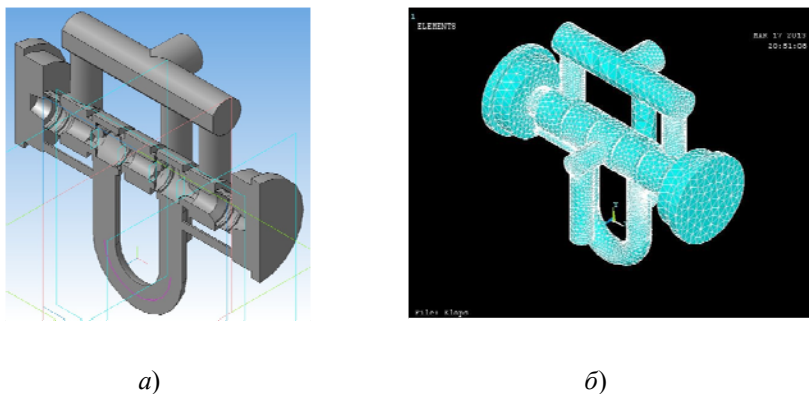


Рис. 2. Расчетная геометрия:
а – в среде КОМПАС-3D; б – в среде ANSYS с нанесенной сеткой

В результате работы был разработан полуавтоматический алгоритм (рис. 3, а) построения расходно-перепадной характеристики, работа которого заключается в изменении только входного параметра « p » и положения золотника.

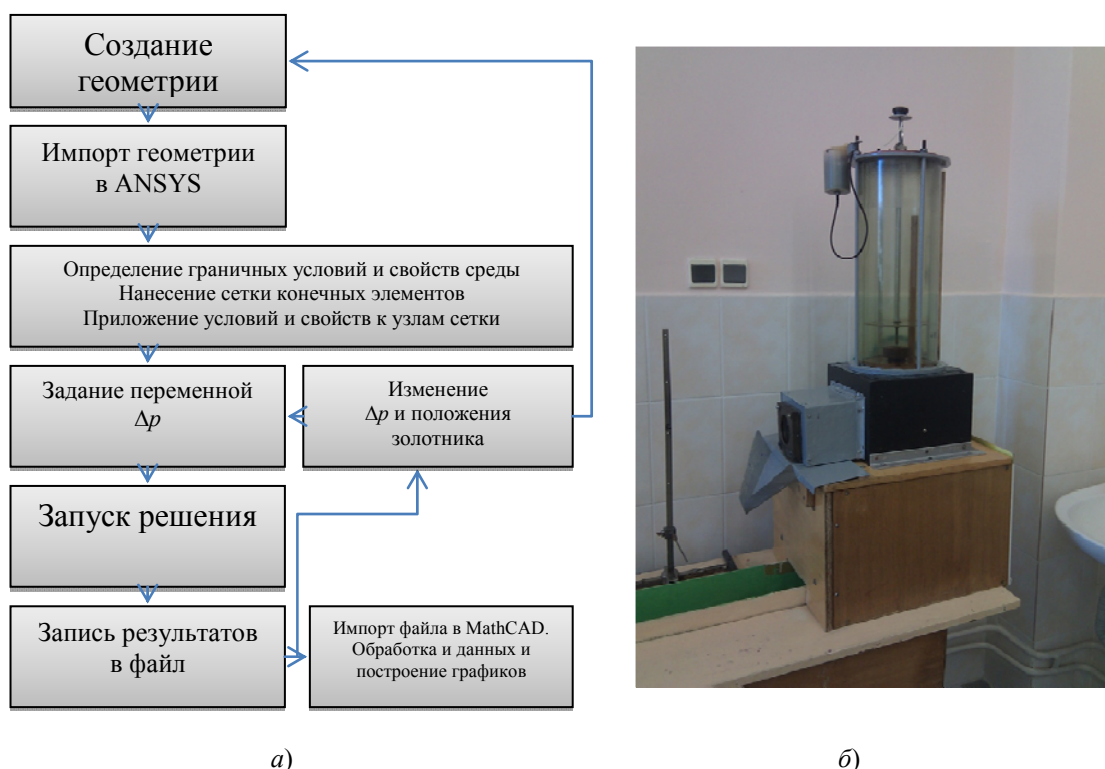


Рис. 3. Алгоритм полуавтоматического построения:
а – опытная установка; б – внешний вид

Для проверки алгоритма полуавтоматического построения расходно-перепадной характеристики и получения результатов расчета был проведен физиче-

ский опыт на установке (рис. 3, б) для изучения ламинарного (турбулентного) течения и определения коэффициентов расхода через насадки.

При проведении физического опыта были сняты параметры расхода жидкости через насадок при постоянном давлении. Опыт был проведен 10 раз для различных значений давления. Для каждого значения были рассчитаны средний расход и скорость течения на выходе из насадка. Это позволило построить расходно-перепадную характеристику по практическим опытными данным (рис. 4).

При расчете МКЭ был использован ранее разработанный алгоритм, адаптированный для работы с исследуемой установкой. Часть исследуемого участка геометрии была разбита сеткой на 452459 элемента, на пересечении которых получено 90684 узла. При расчете произведено 500 итераций на каждое значение давления.

В результате расчета для каждого значения давления получен график распределения скоростей по сечению, рассчитана средняя скорость и установлен расход проходящий через выходное сечение. По данным построена расходно-перепадная характеристика (рис. 4).

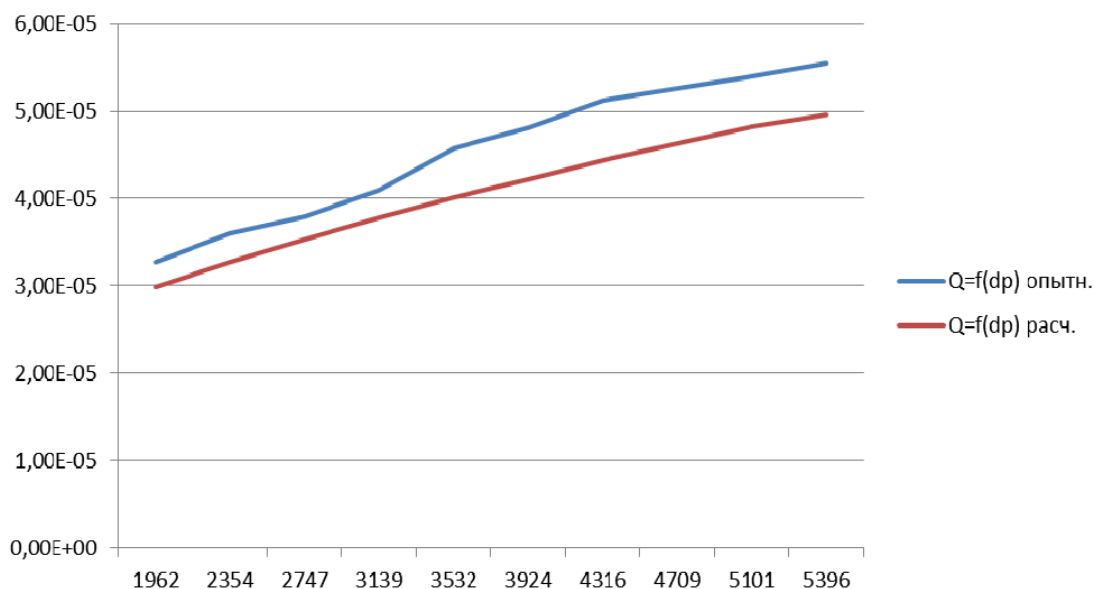


Рис. 4. Расходно-перепадная характеристика при физическом и математическом опытах

В результате видно сходство характеристик, но также присутствует погрешность из-за неточности при проведении физического опыта, связанная с утечками и недостаточной точностью измерения объема жидкости. Следовательно, алгоритм полуавтоматического построения расходно-перепадной характеристики с использованием МКЭ применим для расчета более сложных устройств, но при этом требуется соответствующая ЭВМ с достаточной вычислительной мощностью.

Литература

1. Головки, И. Н. Исследование гидродинамических процессов, протекающих в направляющем устройстве гидроусилителя типа «золотник-золотник» системы гидравлического качания кристаллизатора блюмового устройства непрерывной разливки стали / И. Н. Головки, Д. Н. Андрианов / Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : сб. материалов X ММНТК студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2010. – С. 43–46.

2. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы : справочник / В. К. Свешников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1995. – 448 с.
3. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.

РАСЧЕТ УПЛОТНЕНИЙ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОМАШИН НА ПРИМЕРЕ ШЕСТЕРЕНЧАТЫХ И АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ ГИДРОМАШИН (МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫХ УТЕЧЕК)

А. А. Ильющенко, А. В. Синецкий

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

Научные руководители: Ю. А. Андреевец, Д. В. Лаевский

Гидравлические и пневматические машины и агрегаты имеют весьма широкое, непрерывно возрастающее применение в различных отраслях техники: химическом и энергетическом машиностроении, авиации, судостроении, автомобильной промышленности и др. Уплотнительные устройства являются одним из основных элементов, от которых во многом зависит надежность действия, а также дальнейшее развитие гидравлических и пневматических машин и механизмов. Однако уплотнения являются в то же время и наиболее слабым звеном в гидравлических системах. При выходе уплотнений из строя гидравлические агрегаты становятся неработоспособными, а в отдельных случаях может появиться опасность аварии.

Среди актуальных вопросов и проблем, требующих рассмотрения, необходимо отметить следующие:

1. Надежность герметизации и долговечность при высоких давлениях.
2. Защита контактных уплотнений при применении высоких давлений и наличии относительного движения.
3. Надежность герметизации при высоких угловых скоростях валов.
4. Разработка теории смазки уплотнений и определение утечки.

Все уплотнительные устройства по характеру уплотняемых соединений подразделяются на следующие три основные группы:

- для соединений с возвратно-поступательным движением деталей (уплотнения штоков и поршней);
- для соединений с вращательным движением (уплотнения валов);
- для неподвижных соединений (уплотнения доньев, крышек и др.).

По принципу действия уплотнительные устройства подразделяются на два вида:

- контактные, осуществляющие герметизацию за счет плотного прилегания уплотняющих деталей к соответствующим сопряженным поверхностям;
- бесконтактные, работающие при наличии щелей (зазоров) в соединениях.

Уплотнительные устройства должны удовлетворять конкретным условиям работы проектируемого гидравлического агрегата или механизма. Ниже приводятся основные требования, предъявляемые к уплотнительным устройствам.

1. Обеспечение необходимой степени герметизации соединений с учетом условий работы агрегатов.
2. Долговечность уплотнений должна обеспечивать заданное число рабочих циклов агрегата или срок службы.
3. Обеспечение наименьших потерь на трение и минимальных утечек.
4. Отсутствие чрезмерного разогрева агрегата при работе от действия сил трения в уплотнениях.

Утечка жидкости через соединения с радиальными контактными уплотнениями

Утечка жидкости через контактные уплотнения при вращательном движении значительно меньше, чем при возвратно-поступательном движении. По мере увеличения износа при остановке вала появляется значительная утечка жидкости (до 100 см^3); а после выработки избытка резины в сечении кольца, создававшего предварительный натяг, наступает прорыв жидкости.

При определении долговечности после появления утечки жидкости более $10 \text{ см}^3/\text{ч}$ уплотнение считалось условно вышедшим из строя, хотя оно и было еще работоспособным. Критерий выхода уплотнений из строя по величине относительной утечки должен определяться конкретными требованиями, предъявляемыми к данной машине.

Как следует из опытных данных, для резиновых радиально-контактных уплотнений утечка жидкости обычно увеличивается с ростом факторов, определяющих износ уплотнений: с увеличением давления жидкости p , скорости вала v и времени работы T . Утечка жидкости уменьшается с увеличением предварительного натяга уплотнительного элемента, устанавливаемого, при сборке относительно вала, с увеличением отношения длины уплотнения V :

$$Q_y = F[(p'_{rf}), L, \frac{p_r}{p}, p_0, d, \eta, v]. \quad (1)$$

Величина максимально возможной утечки жидкости из радиально-контактного уплотнения может быть представлена следующей зависимостью:

$$Q_y \approx \frac{C_1 d v^{k_3}}{\eta t' (\frac{p_r}{p})^{k_1} (1 - d^{-z})} C_0, \quad (2)$$

где η – коэффициент динамической вязкости, $\text{Па} \cdot \text{с}$; d – диаметр вала, см ; C_0, C_1 – опытный коэффициент; v – скорость вала; p – давление на манжету, атм ; p' – давление под манжетой, атм ; t' – ширина контакта манжеты с валом, см ; k_1, k_3 – коэффициенты [1, с. 97].

При работе уплотнения должен быть натяг. Если зазор больше 0, уплотнение выходит из строя. Пределы изменения Z : $0 < Z < 1$. При $L = 0$ $Z = 1$ – в начале работы, при $b = k_2(p'_{rf})^{mi}$ $Z = 0$ – при выходе уплотнения из строя. Z принимаем равный 1 для новой манжеты.

В условиях проводимых опытов (веретенное масло 2, температура масла $60 \text{ }^\circ\text{C}$, чистота обработки $h 7$, биение вала $0,05 \text{ мм}$, для маслостойкой резины).

Произведем расчет максимально возможной утечки через манжетное уплотнение для шестеренчатого и аксиально-поршневого насосов гидромашин для новых манжет:

– для шестеренчатого насоса:

$$Q_y = \frac{3600 \cdot 4 \cdot 10^{-10} \cdot 2 \cdot (1,047 \cdot 10^{-2})^{0,05}}{0,358 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot (\frac{2}{5})^{0,7} \cdot (1 - 2^{-1})} = 0,019 \frac{\text{см}^3}{\text{ч}},$$

где $\eta = 0,358 \text{ Па} \cdot \text{с}$; $d = 2 \text{ см}$; $C_0 = 1$; $C_1 = 4 \cdot 10^{-10}$; $v = 1,047 \text{ м/с}$; $p = 5 \text{ атм}$; $p' = 2 \text{ атм}$, [1, рис. 44]; $l' = 0,2 \text{ см}$, $k_1 = 0,7$; $k_3 = 0,05$, $z = 1$ (так как манжета является новой);

– для аксиально-поршневого насоса:

$$Q_y = \frac{3600 \cdot 4 \cdot 10^{-10} \cdot 4,5 \cdot (3,534 \cdot 10^{-2})^{0,05}}{0,358 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{1,1}{10}\right)^{0,7} \cdot (1 - 4,5^{-1})} = 0,048 \frac{\text{см}^3}{\text{ч}},$$

где $\eta = 0,358 \text{ Па} \cdot \text{с}$; $d = 4,5 \text{ см}$; $C_0 = 1$; $C_1 = 4 \cdot 10^{-10}$; $v = 3,534 \text{ м/с}$; $p = 10 \text{ атм}$; $p' = 1,1 \text{ атм}$, [1, рис. 44]; $l = 0,2 \text{ см}$, $k_1 = 0,7$; $k_3 = 0,05$, $z = 1$ (так как манжета является новой).

Данные значения максимально возможных утечек для обеих гидромашин не превышают $10 \text{ см}^3/\text{ч}$.

Уплотнения неподвижных соединений

Уплотнения неподвижных соединений по конструктивным особенностям можно подразделить на уплотнения без промежуточных элементов и на уплотнения с промежуточными элементами; по виду профиля – плоские и фасонные; по характеру работы – на уплотнения, у которых давление рабочей среды уменьшает давление между сопряженными поверхностями (не самоуплотняющиеся) и на уплотнения, у которых при увеличении давления рабочей среды увеличивается контактное давление между сопряженными поверхностями (самоуплотняющиеся). Без промежуточных элементов обычно выполняются плоские соединения, у которых герметичность обеспечивается за счет шлифовки или шабровки сопряженных поверхностей.

Расчет уплотнительных колец для аксиально-поршневой гидромашинны

Кольцо передней крышки

Исходные данные: материалом колец принимаем морозостойкую резину В-14; модуль упругости резины: $E = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$; диаметр сечения кольца: $d_2 = 5,8 \text{ мм}$; внутренний диаметр кольца: $d_1 = 78,4 \text{ мм}$; диаметр канавки: $D_1 = 80 \text{ мм}$; высота канавки: $h = 4,5 \text{ мм}$.

Коэффициент растяжения кольца:

$$\alpha = \left[\frac{D_1 + d_2}{d_1 + d_2} \right] = \left[\frac{80 + 5,8}{78,4 + 5,8} \right] = 1,019.$$

Степень сжатия кольца:

$$\varepsilon = \left[\frac{d_2 - h}{d_2} \right] 100 \% = \left[\frac{5,8 - 4,5}{5,8} \right] 100 \% = 22,4 \%$$

Среднее контактное давление (для $+20 \text{ }^\circ\text{C}$):

$$p_{\varepsilon(20)} = 1,25\varepsilon E \cdot 10^{-2} = 1,25 \cdot 22,4 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} = 1,4 \text{ МПа}.$$

Контактное давление, необходимое для герметичной работы при температуре до $-60 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$p_{\varepsilon(-60)} = p_{\varepsilon(20)} + m\Delta t = 1,4 + 0,017 \cdot 35 = 1,995 \text{ МПа},$$

где $\Delta t = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ – разность между минимальной эксплуатационной температурой и температурой, при которой начинается резкое падение контактного давления (-25°).

Кольцо задней крышки

Аналогично рассчитываем уплотнительное кольцо задней крышки.

Исходные данные: диаметр сечения кольца: $d_2 = 8,5$ мм; внутренний диаметр кольца: $d_1 = 133$ мм; диаметр канавки $D_1 = 141$ мм; высота канавки $h = 6,8$ мм.

Коэффициент растяжения кольца:

$$\alpha = \left[\frac{D_1 + d_2}{d_1 + d_2} \right] = \left[\frac{137 + 8,5}{133 + 8,5} \right] = 1,028.$$

Степень сжатия кольца:

$$\varepsilon = \left[\frac{d_2 - h}{d_2} \right] 100 \% = \left[\frac{8,5 - 6,8}{8,5} \right] 100 \% = 20 \%$$

Среднее контактное давление (для $+20$ °С):

$$p_{\varepsilon(20)} = 1,25\varepsilon E \cdot 10^{-2} = 1,25 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} = 1,25 \text{ МПа.}$$

Контактное давление, необходимое для герметичной работы при температуре до -60 °С:

$$p_{\varepsilon(-60)} = p_{\varepsilon(20)} + m\Delta t = 1,25 + 0,017 \cdot 35 = 1,845 \text{ МПа.}$$

При температурах ниже -60 °С материал, из которого изготовлено кольцо, разрушится и герметичность нарушится.

Величина утечки через крышку $Q_y = 0$.

Литература

1. Макаров, Г. В. Уплотнительные устройства / Г. В. Макаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1973. – 232 с.
2. Абрамов, Е. И. Элементы гидропривода / Е. И. Абрамов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. – М. ; Киев : Техника, 1977. – 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н. М. Кульгейко, А. С. Симанович

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

Научный руководитель Г. В. Петришин

Одним из перспективных методов финишной обработки деталей является метод магнитно-абразивного полирования (МАП). Сущность метода: магнитно-абразивный порошок располагается между полюсами электромагнитов, создавая режущий инструмент в виде своеобразной «полирующей щетки». При движении заготовки через рабочую зону порошок оказывает давление на деталь в каждой точке поверхности, что приводит к съему металла и сглаживанию микронеровностей. В роли связки абразивных зерен используется магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на единичные зерна. Причем степень упругости этой связки легко регулируется изменением напряженности магнитного поля, обеспечивая различные этапы обработки (черновое, чистовое полирование). Тем самым МАП может приближаться к шлифованию свободным или связанным абразивом, позволяя использовать пре-

имущества первого или второго в одном рабочем цикле. В общем случае при магнитно-абразивной обработке (МАО) деталей в качестве основной рабочей среды используется ферроабразивный порошок (ФАП). Ввиду отсутствия специально разработанных порошков для данной технологии перспективно исследовать возможность применения в качестве ферромагнитных абразивных материалов диффузионно-борированные порошки на основе колотой чугунной дроби.

Для оценки влияния условий диффузионного насыщения металлического порошка с фракцией 0,40–0,63 мм проводились исследования борирования на разных режимах. Химико-термическая обработка порошка проводилась при температурах 900 °С; 950 °С в течение 1-го, 2-х, 3-х ч. Исследования показали, что наибольшая толщина диффузионного слоя наблюдается при температуре 950 °С. Причем на графиках, характеризующих зависимость толщины диффузионного слоя от температуры и продолжительности химико-термической обработки, видно, что кривые не подчиняются классическим экспоненциальному и параболическому законам. Это обусловлено в первую очередь тормозящей ролью углерода в процессе диффузии бора в частицу порошка, а также резко сокращающимся фронтом диффузии в связи с его оттеснением вглубь частицы. На графике видно, что при продолжительности обработки с 2 до 4-х ч толщина диффузионного слоя незначительно увеличивается, а при дальнейшем насыщении резко возрастает. При этом насыщенное углеродом ядро, тормозящее диффузию бора вглубь частицы, исчезает и происходит быстрое сквозное борирование частицы. Таким образом, для сквозного борирования частиц порошка фракции 0,4–0,63 мм необходимо проводить химико-термическую обработку в среде карбида бора при температуре 950 °С в течение 5 ч.

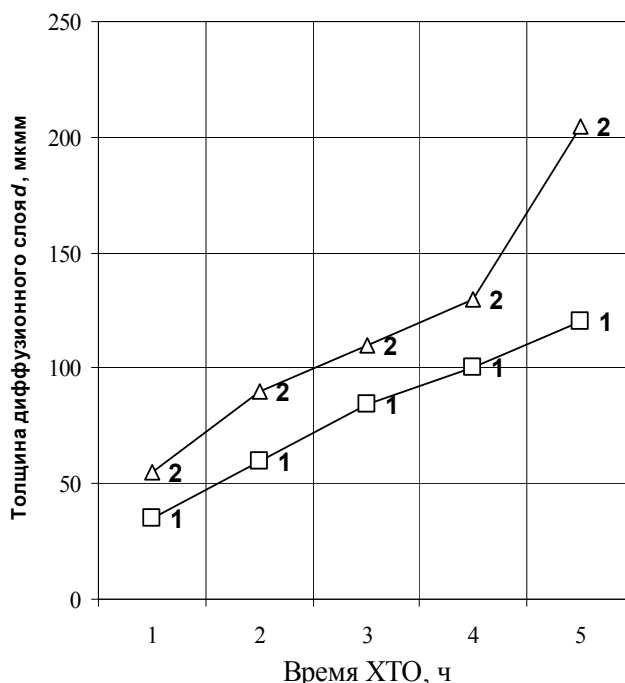


Рис. 1. Зависимость толщины диффузионного слоя от времени обработки:
1 – 900 °С; 2 – 950 °С

Была исследована возможность применения для магнитно-абразивной обработки исследуемых диффузионно-легированных борированных порошков. Проведенные

сравнительные испытания технологических свойств магнитно-абразивных порошков колотой чугунной дроби, подвергнутой дополнительной химико-термической обработке – диффузионному борированию на глубину 10–15 мкм, показали, что предлагаемый материал показал результаты на уровне лучших магнитно-абразивных порошков и оказался лучше широко применяемых в данной технологии недорогих магнитно-абразивных порошков (таблица).

**Эффективность магнитно-абразивной обработки
при применении различных магнитно-абразивных порошков
(обрабатываемый материал – сталь 40Х, цикл обработки 30 с)**

| Магнитно-абразивный порошок | Характеристика порошка | |
|------------------------------------|--------------------------------|--|
| | Производительность, мг/цикл | Шероховатость поверхности R_a , мкм |
| Fe-TiB ₂ | 215 | 0,10 |
| Fe-WC | 52 | 0,13 |
| Fe-CrB ₂ | 207 | 0,09 |
| Fe-TiC | 302 | 0,07 |
| Железо-карбид кремния | 162 | 0,09 |
| ДЧК (дробь чугунная колотая) | 45 | 0,32 |
| Борированный порошок на основе ДЧК | 212 | 0,09 |

Как видно из таблицы экспериментальных данных, предлагаемый магнитно-абразивный порошок, обладая хорошими магнитными свойствами, показывает хорошие режущие и полирующие свойства, уступая только порошку Fe-TiC, оказываясь при этом значительно дешевле.

Таким образом, предлагаемый магнитно-абразивный порошок, сочетающий в себе высокие магнитные, режущие и полирующие свойства, является эффективным в технологии магнитно-абразивной обработки сложнопрофильных поверхностей.

**ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАМЫ КОСИЛКИ
В СРЕДЕ ANSYS**

Н. Л. Прокопенко

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Цель работы

Подобрать толщину ненагруженных элементов рамы косилки для создания равнопрочной конструкции и тем самым уменьшить вес рамы.

Постановка задачи. Рама нагружена усилиями от веса центральной секции $P_{ц} = 8000$ Н, боковых секций $P_6 = 7500$ Н, центрального редуктора $P_p = 1400$ Н, а также от собственного веса конструкции.

Переменные проекта представляют собой те входные параметры проекта, значения которых предполагается менять. В качестве входных параметров выбрана толщина деталей. На рис. 1 изображены элементы рамы косилки и их первоначальная толщина.

Переменные состояния – это характеристики отклика модели, которые используются для оценки проекта на основе установленных критериев. Выходными параметрами являются значение эквивалентных напряжений и деформация рамы косилки.

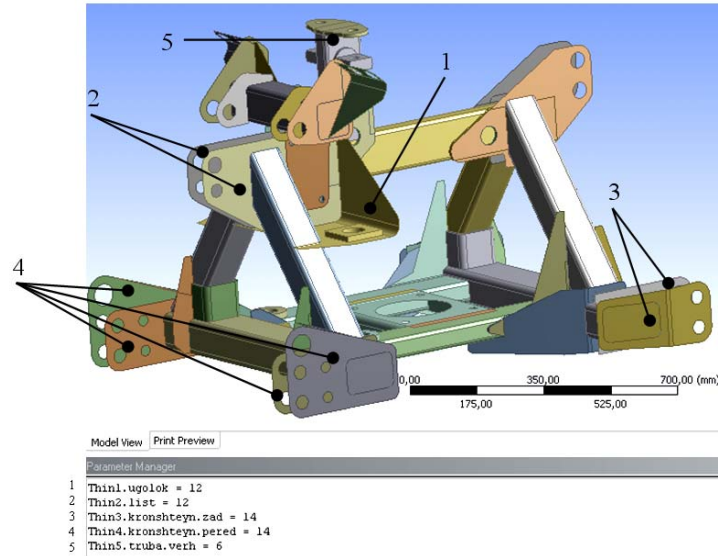


Рис. 1. Входные параметры

Параметрическая модель составляется при помощи дискретного метода оптимизации рис. 2. Дискретный метод состоит в выполнении нескольких последовательных вариантов проекта, начиная с исходного. Характерно, что при этом каждый раз меняется одна переменная проекта в пределах диапазона ее изменения за счет постоянного шага приращения. Этот способ делает возможным общую оценку характера поведения целевой функции и параметров состояния.

Алгоритм расчета производится циклически, сначала перестраивается геометрия проекта в соответствии с входными параметрами, затем на геометрию наносится конечно-элементная сетка, далее происходит расчет модели и вывод выходных параметров.

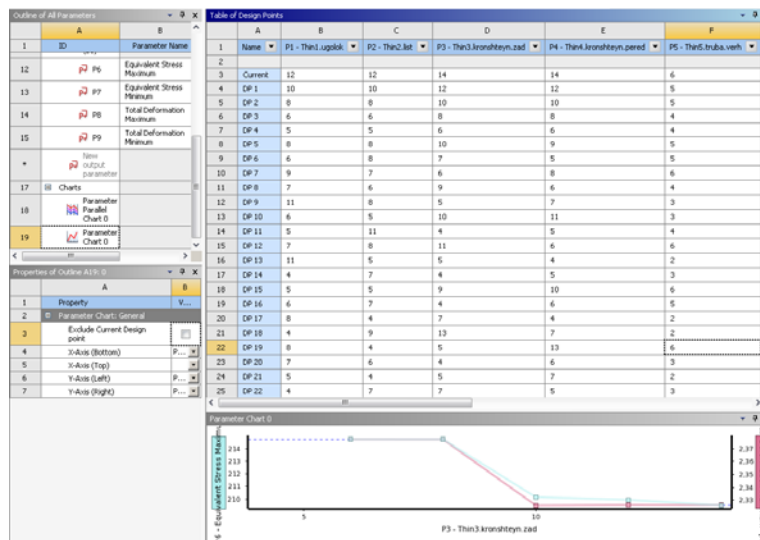


Рис. 2. Параметрическая модель

В процессе оптимизации выбираются новые значения переменных проекта, анализируется новый вариант проекта, оцениваются выходные переменные, а затем результаты используются для повторения всей последовательности действий в попытке минимизировать целевую функцию.

В программе ANSYS используется метод аппроксимирующих функций, с помощью которых осуществляется приближенное описание результатов анализа, полученных для предшествующего варианта разработки. Минимум приближенной целевой функции отыскивается методом минимизирующей последовательности, затем создается следующий вариант проекта. Функция рассматривается в программе как функция без ограничений – за счет введения штрафных членов, ответственных за ограничения переменных проекта.

В программе ANSYS оптимизация проекта представляет собой компьютерную технологию, состоящую в выборе оптимального проекта из нескольких с помощью конечно-элементного анализа. Поскольку необходимо сделать конструкцию рамы равнопрочной, то в качестве критерия выбираем максимальные эквивалентные напряжения, затем вводим значение критерия 212 МПа. Программа предложила три кандидата, соответствующих требованиям (рис. 3).

Анализ полученных результатов лучше проводить, построив функцию отклика. По осям x , y указаны входные параметры толщины (см. рис. 1, поз. 1, поз. 2), в качестве выходного параметра, ось z выбрали максимальные эквивалентные напряжения.

На рис. 3 четко виден экстремум функции максимальных эквивалентных напряжений в пространстве переменных. Значение максимальных эквивалентных напряжений составляют 220 МПа запас прочности с учетом снижения механических характеристик от сварных швов $n = 1,5$.

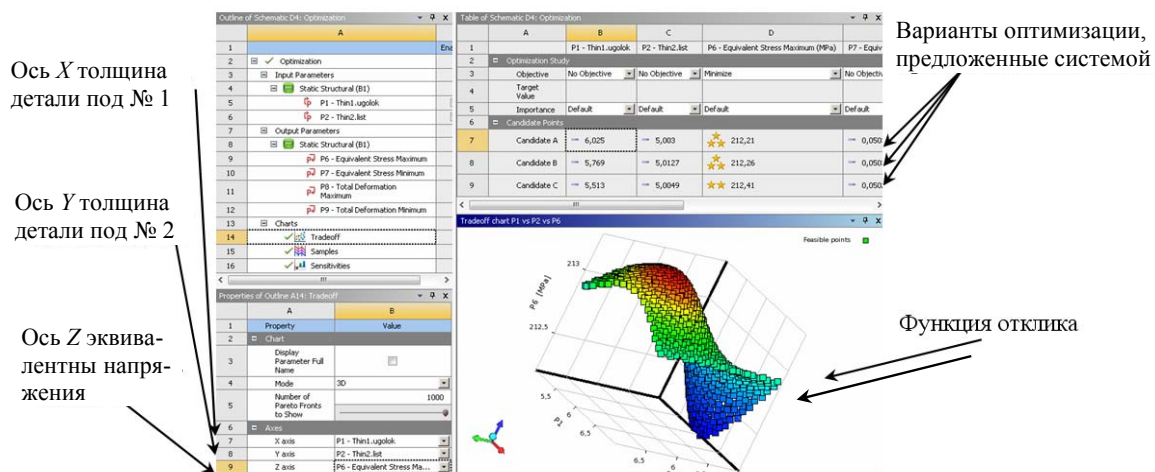


Рис. 3. Оптимизация проекта

В результате оптимизации проекта было получено наилучшее значения толщины деталей рамы:

1. Thin1.ugolok = 5 мм;
2. Thin2.list = 5 мм;
3. Thin3.kronshteyn.zad = 8 мм;
4. Thin4.kronshteyn.pered = 8 мм;
5. Thin5.truba.verh = 4 мм.

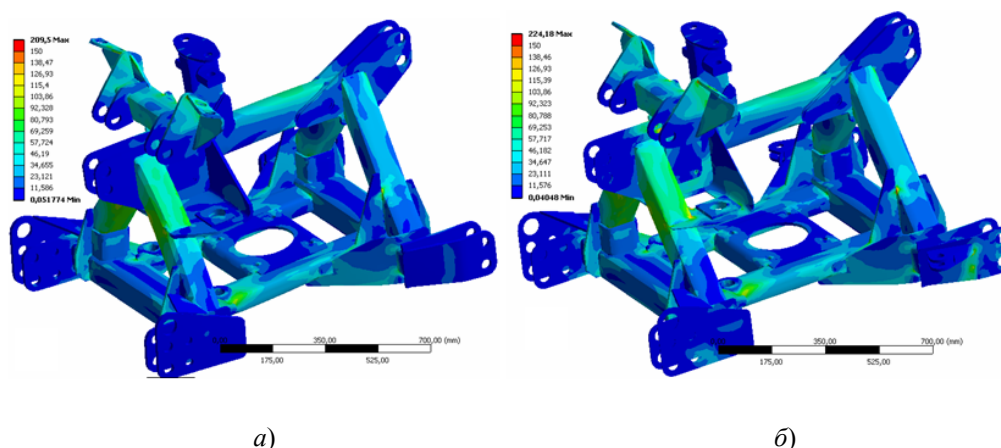


Рис. 4. Поля напряжений конструкции рамы косилки:
 а – исходный вариант; б – оптимизированный вариант

Вывод

Анализируя исходный и оптимизированный вариант рамы, видно, что в оптимизированном варианте поля напряжений более равномерно распределены по конструкции (рис. 4), причем их максимальное значение не превышает допустимого. Вес исходной и оптимизированной конструкции, соответственно, составляет $P_{исх} = 2600$ Н, $P_{опт} = 1980$ Н. Оптимизированная конструкция стала легче на $\Delta P = 620$ Н.

Литература

1. ANSYS Online Manuals. Release 5.5. User Programmable Features, 1999.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 538 с.
3. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. – М. : Мир, 1979. – 392 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ РАБОЧИХ МЕСТ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВДОЛЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА

Ю. Ю. Елисеенко

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

Целью данной работы является автоматизация оптимальной расстановки рабочих мест, расположенных вдоль распределительного конвейера. Это связано с тем, что в настоящее время все больше внимания уделяется повышению производительности труда и сокращению времени производственного цикла изделия. С этой целью на предприятиях машиностроения часто применяется принцип поточных линий, который обеспечивает минимальное время пролеживания деталей, тем самым сокращает время производственного цикла.

Для поточных линий, оснащенных распределительным конвейером, характерным является следующий процесс организации работы: предмет труда из кладовой идет последовательно на рабочие места, расположенные вдоль конвейера до полного завершения его обработки, а затем возвращается в кладовую. При этом для изготовления предмета может потребоваться несколько оборотов (витков) конвейера.

В зависимости от расположения рабочих мест вдоль конвейера будет изменяться общий грузооборот линии, который можно представить в виде следующей минимизируемой функции:

$$\min : f(\pi) = L_{\pi} \sum_{i=1}^m N_i g_i x_i(\pi), \quad (1)$$

где L_{π} – полная длина тягового элемента конвейера, м; N_i – программа выпуска по i -му наименованию предмета за планируемый период времени, $i = 1, 2, \dots, m$; g_i – масса единицы i -го наименования предмета; $x_i(\pi)$ – число витков (оборотов) конвейера, необходимых для полного изготовления i -го наименования предмета при π -м варианте планировки оборудования ($x_i(\pi) = 1, 2, \dots$).

Рассматриваемая задача является частным случаем задачи о расстановке оборудования на предметном участке. Наличие кладовой, откуда предметы отправляются на обработку и куда они возвращаются после завершения изготовления, а также прямолинейность трассы движения предметов позволяет упростить алгоритм реализации задачи (1), который состоит из следующих шагов [1]:

Шаг 1. Составить матрицу взаимосвязи пары рабочих мест, размерность которой определяется числом рабочих мест линии q . Элемент матрицы $g1_{cd}$ ($c, d \in 1 : q$) показывает «силу» взаимосвязи пары рабочих мест.

«Сила» взаимосвязи измеряется общей массой продукции, перевозимой непосредственно от c -го к d -му рабочему месту, т. е.:

$$g1_{cd} = \sum_{i=1}^m N_i g_i \varphi_{ic_s d_r}, \quad c \neq d, s \neq r,$$

$$\varphi_{ic_s d_r} = \begin{cases} 1, & r = s + 1; \\ 0, & r \neq s + 1. \end{cases}$$

Решение начинается в предположении, что рабочее место c_1 установлено. На каждом шаге происходит установление только одного рабочего места.

Шаг 2. Определить рабочее место, которое необходимо установить после или перед рабочим местом c_1 .

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Рассчитать разность «сил связи» установленного рабочего места c_1 со всеми неустановленными рабочими местами $\overline{g1}_{c_1 d} = g1_{c_1 d} - g1_{d c_1}$, $d \neq c_1$. Разность «сил связи» $g1_{c_1 d}$ может быть как положительной, так и отрицательной. Она показывает, насколько больше (меньше) грузооборот между рабочими местами $c_1 \rightarrow d$, $d \rightarrow c_1$.

2. Определить наибольший грузооборот между рассматриваемыми рабочими местами $\overline{g1}_{c_1 d_1} = \max_{d \neq c_1} |g1_{c_1 d}|$. Если $\overline{g1}_{c_1 d_1}$ достигает своего максимального значения при положительном $\overline{g1}_{c_1 d}$, то рабочее место d_1 ставится после рабочего места c_1 , т. е. по направлению движения конвейера; если же $\overline{g1}_{c_1 d_1}$ достигает своего максимального значения при отрицательном $\overline{g1}_{c_1 d}$, то рабочее место d_1 ставится перед рабочим ме-

стом c_1 , т. е. против движения конвейера. Установленное рабочее место d_1 обозначается через c_2 .

Шаг 3. Определить рабочее место, которое необходимо установить после или перед рабочим местом c_2 .

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Рассчитать сумму разностей «сил связи» установленных рабочих мест c_1 и c_2 со всеми неустановленными рабочими местами $\overline{g1}_{c_2d} = \overline{g1}_{c_1d} + (g1_{c_2d} - g1_{dc_2})$, $d \neq c_1$, $d \neq c_2$. Она показывает, насколько больше (меньше) грузооборот между рабочими местами $(c_1, c_2) \rightarrow d$, $d \rightarrow (c_1, c_2)$.

2. Определить наибольший грузооборот между рассматриваемыми рабочими местами $\overline{g1}_{c_2d_2} = \max_{d \neq c_2} |\overline{g1}_{c_2d}|$. Если $\overline{g1}_{c_2d_2}$ достигает своего максимального значения при положительном $\overline{g1}_{c_2d}$, то рабочее место d_2 ставится после рабочего места c_2 , т. е. по направлению движения конвейера; если же $\overline{g1}_{c_2d_2}$ достигает своего максимального значения при отрицательном $\overline{g1}_{c_2d}$, то рабочее место d_2 ставится перед рабочим местом c_2 , т. е. против движения конвейера. Установленное рабочее место d_2 обозначается через c_3 .

Дальнейший процесс решения состоит в повторении шага 3, но применительно к уменьшающемуся количеству рабочих мест. За $(q - 2)$ шага получается окончательная расстановка рабочих мест на линии.

Для практической реализации поставленной задачи, рассмотрев различные подходы к проектированию систем, был выбран метод объектно-ориентированного проектирования, а инструментальным средством выбрана система программирования Delphi [2], которая имеет две характерные особенности: создаваемые с ее помощью программы могут работать не только под управлением Windows, а сама она относится к классу инструментальных средств ускоренной разработки программ. Это ускорение достигается за счет двух характерных свойств Delphi: визуального конструирования форм и широкого использования библиотеки визуальных компонентов (Visual Component Library, VCL).

Визуальное конструирование форм избавляет программиста от многих аспектов разработки интерфейса программы, так как Delphi автоматически готовит необходимые программные заготовки и соответствующий файл ресурсов. Программист использует специальное окно, которое называется окном формы.

На рис. 1 показано главное окно программы, в котором осуществляется ввод исходных данных и непосредственно сам расчет.

Первоначально предлагается ввести количество видов деталей, а затем определить массу деталей каждого вида, выбрать нужное технологическое оборудование и в зависимости от этого выбора заполнить матрицу очередности использования этого оборудования.

В этом окне предусмотрен гибкий дружественный интерфейс с пользователем. Если при вводе исходных данных пользователь допустил ошибку, то система ее отслеживает и предлагает исправить.

По нажатию кнопки «Выполнить» выполняются следующие функции программы:

- определение маршрута движения деталей по рабочим местам;
- построение схемы планировки линии;

- вычисление числа оборотов (витков), необходимых для полного изготовления предмета;
- вычисление общего грузооборота линии;
- вывод результатов на форме.

Определение оптимальной планировки поточной линии

Количество видов деталей: 4

Очередность использования технологического оборудования для каждого из видов деталей

| | Кладовая | Токарный ст | Фрезерный | Сверлильный | Шлифоваль | Кладовая |
|---|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|
| 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | |
| 1 | 0 | 3 | 2 | 4 | 5 | |
| 1 | 2 | 0 | 4 | 3 | 5 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |

Масса деталей каждого вида: 20, 4, 4, 8

Технологическое оборудование:

- Токарный станок
- Фрезерный станок
- Сверлильный станок
- Шлифовальный станок
- Расточный станок
- Протяжной станок
- Стругальный станок

Оптимальная последовательность растановки оборудования: Кладовая, Фрезерный, Шлифоваль, Сверлильный, Токарный ст, Кладовая

Количество оборотов конвейера необходимых для полного изготовления детали: 1, 2, 2, 3

Общий грузооборот линии: 60

Кнопки: Продолжить, Выполнить

Рис. 1. Окно программы с исходными данными и результатами расчетов

Программа исключает случайные ошибки, которые может допустить человек. Использовать предлагаемую программу можно не только в учебном процессе, но и на производстве.

Литература

1. Кузин, Б. И. Организация поточного производства в условиях научно-технического прогресса машиностроения / Б. И. Кузин. – Л. : Машиностроение, 1977. – 182 с.
2. Фаронов, В. В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня / В. В. Фаронов. – СПб. : Питер, 2003. – 640 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ВЫГРУЗКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ КЗС-10 И КЗС-1218

О. Л. Кузнецова

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

Научный руководитель В. В. Миренков

Система выгрузки бункера зерноуборочного комбайна предназначена для выгрузки зерна в кузов транспортного средства. Выгрузные устройства отличаются друг от друга расположением относительно бункера комбайна (имеют нижнее и верхнее расположение) и приводом рабочих органов. Выгрузное устройство состоит из установленного в бункере под заслонками горизонтального шнека, кинематически связанного с выгрузным шнеком. В нижней части бункера имеется горловина со-

пряженого с кожухом выгрузного шнека. Заслонки бункера выполнены из двух частей. Одна часть установлена с постоянным зазором между заслонками и днищем и прилегает к горловине бункера, а другая, большая часть выполнена с регулируемым зазором между днищем и заслонками, что обеспечивает постепенную загрузку всего горизонтального шнека.

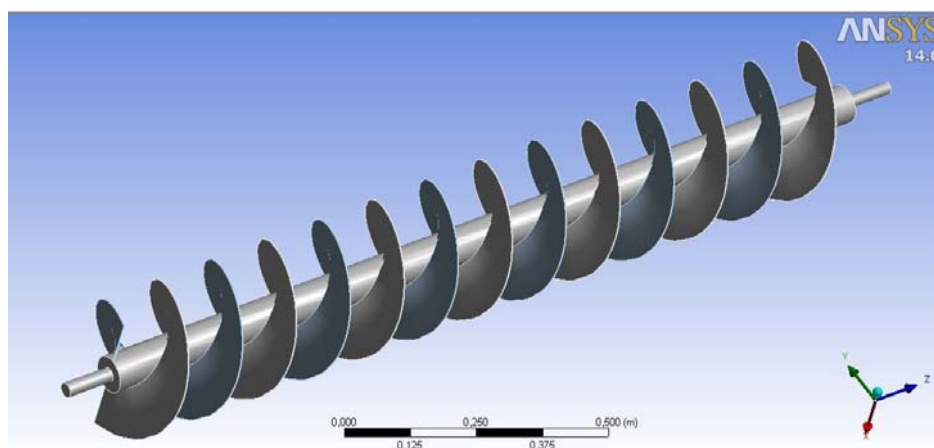


Рис. 1. 3D-модель 2-виткового шнека, построенная в ANSYS WorkBench

Для определения технологического процесса системы выгрузки был произведен расчет шнеков системы выгрузки 2-х комбайнов. При этом на примере КЗС-1218 учитывалось применение 2-виткового шнека и изменение частоты его вращения. Пропускная способность шнека рассчитывается по формуле

$$q_{\text{шг}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} t \frac{n_{VI}}{60} \gamma k,$$

где k – коэффициент угла наклона шнека; n_{VI} – частота вращения вала VI шнека; D – наружный диаметр шнека; d – диаметр вала шнека; t – шаг витка шнека.

Пропускная способность шнека горизонтального рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,25^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,22 \frac{465,8}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 9,925 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{668,13}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 16,109 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека выгрузного рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шв}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{593,89}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 18,41 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека горизонтального рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,25^2 - 0,06^2)}{4} \cdot 0,22 \frac{672,13}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 14,87 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,095^2)}{4} \cdot 0,25 \cdot \frac{742,7}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 17,106 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека выгрузного рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шв}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,095^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{699,88}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 20,725 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного 2-виткового рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,76^2)}{4} \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot \frac{742,7}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 17,907 \text{ кг/с.}$$

Графики зависимости времени выгрузки от пропускной способности блока шнека.

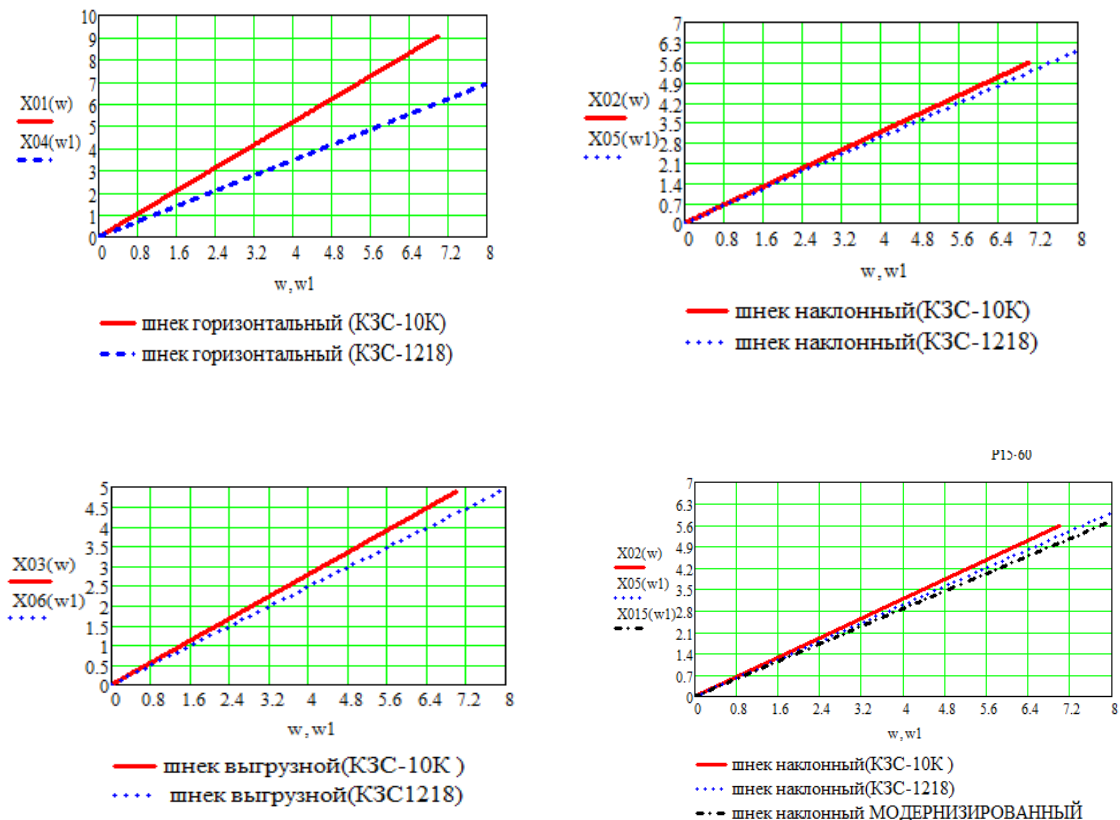


Рис. 2. Графики зависимости времени выгрузки от пропускной способности блока шнека

Максимальное время выгрузки

| Шнек | Максимальное время выгрузки |
|--|-----------------------------|
| КЗС-10 (Горизонтальный) | 9,051 |
| КЗС-1218 (Горизонтальный) | 6,904 |
| КЗС-10 (Выгрузной) | 4,88 |
| КЗС-1218 (Выгрузной) | 4,954 |
| КЗС-10 (Наклонный) | 5,577 |
| КЗС-1218 (Наклонный) | 6,002 |
| КЗС-1218 (Наклонный МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ) | 5,773 |

Плотность зерна находящегося в бункере составляет 800 кг/м. Проанализировав данные графики и таблицу, можно смело утверждать, что производительность системы выгрузки зависит от шага витка и от частоты вращения шнека. Время выгрузки базового варианта системы на 1 мин больше, чем предлагаемого варианта (максимальное время выгрузки 8-кубового бункера со шнеком наклонным комбайна КЗС-1218 – 6 мин, а шнека наклонного 2-виткового комбайна КЗС-1218 на 1 мин меньше). Увеличение пропускной способности было достигнуто изменением частот вращения и установкой двухвиткового шнека.

На виток шнека действует окружная сила (777 Н) и осевая сила (1568,5 Н). Шнек изготовлен из стали Ст3пс. Прочностные характеристики витка: Модуль продольной упругости $E = 2,1$ ГПа. Коэффициент Пуассона $\mu = 0,28$. Прочностные характеристики трубы: $E = 2,13$ ГПа, $\mu = 0,3$.

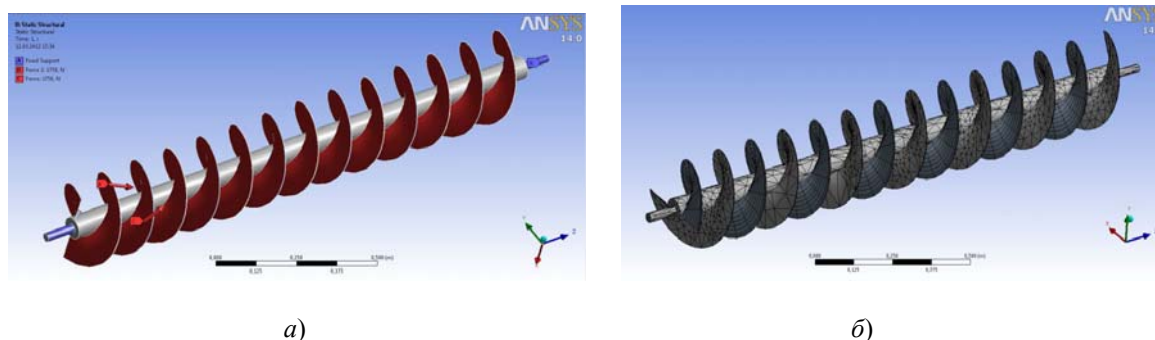
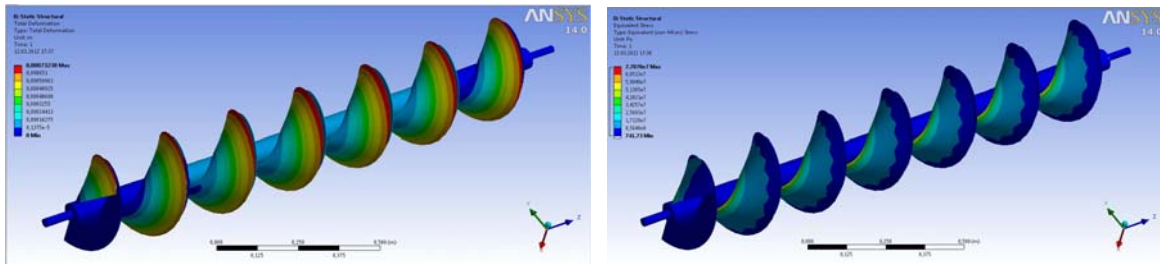


Рис. 3. Шнек:

а – схема нагружения и закрепления шнека;
б – конечноэлементная сетка на твердом теле

В результате компьютерного моделирования процесса деформирования шнека были получены эпюры перемещения и напряжения. Максимальные напряжения (77 МПа) наблюдаются в месте контакта витков шнека с трубой, максимальное перемещение наблюдаются в верхней части витков шнека (0,65 мм). Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: в результате анализа 2-х систем выгрузки были получены величины пропускных способностей горизонтального, наклонного и выгрузного шнеков, в зависимости от которых были построены графики, из которых видно, что время выгрузки базового варианта системы на 1 мин больше, чем предлагаемого варианта. Общее время выгрузки 8-кубового бункера модернизи-

рованного варианта составит 6 мин. Увеличение пропускной способности было достигнуто изменением частот вращения и установкой двухвиткового шнека.



а)

б)

Рис. 4. Шнек:

а – перемещение витков шнека;

б – распределения напряжения по виткам шнека

В результате компьютерного моделирования выполнения технологического процесса шнека были получены эпюры деформаций и напряжений, максимальное значение которых не превышают допустимых.

Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
3. Современные тенденции развития конструкций с/х техники / под ред. В. И. Кравчука. – Киев : Аграр. наука, 2004.
4. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. – 2006.
5. Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение: аксиально-роторные комбайны : журн. / под ред. Э. В. Жалнина и О. Б. Датиева. – М. : ЦНИИТЭИ, 1984.

СЕКЦИЯ II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТНАХ ДЛЯ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н. Л. Надежная

*Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет», Беларусь*

Научные руководители: А. В. Чарковский, А. А. Кузнецов

Введение

Компрессионные трикотажные изделия предназначены для обеспечения дозированного давления на участки тела человека. Изделия данной группы являются эффективными функциональными средствами, как лечения, так и профилактики ряда заболеваний: варикозного расширения вен, последствий ожогов, послеоперационных и посттравматических отеков.

Основная характеристика компрессионных трикотажных изделий – давление, оказываемое на тело, зависит от напряжений, возникающих в трикотажном полотне при его растяжении до требуемого удлинения на теле. Проектирование компрессионных изделий обычно основывается на анализе экспериментальных зависимостей распределенной нагрузки (или напряжения) трикотажа от относительной деформации, получаемых, как правило, при постоянной скорости нарастания деформации (диаграмм растяжения) [1], [2]. Однако во время эксплуатации компрессионного изделия давление на тело не постоянно, а в течение носки уменьшается до некоторого равновесного значения. Практический интерес вызывает прогнозирование равновесного значения давления компрессионного изделия, а также его взаимосвязь с начальным значением. Вследствие этого проведение комплекса экспериментально-аналитических исследований, направленных на изучение и прогнозирование релаксационных свойств трикотажа, является актуальной научно-практической задачей.

Объекты и методики исследований

В качестве объектов при проведении исследований использовались образцы кулирных эластомерных трикотажных полотен двух вариантов, отличающихся базовым переплетением и значениями заправочных параметров петельной структуры, предназначенных для компрессионных изделий лечебно-профилактического назначения.

Испытания трикотажных полотен проводились в режимах растяжения с постоянной скоростью нарастания удлинения и релаксации напряжений при постоянном удлинении материала на автоматизированной разрывной машине «Frank» при следующих условиях: ширина образцов – 50 мм; направление растяжения – вдоль петельных рядов; зажимная длина образцов – 100 мм; скорость деформирования – 100 мм/мин.

Прогнозирование вязкоупругих свойств исследуемых трикотажных полотен осуществлялось на основе обобщенной механической модели Максвелла, характеризуемой двумя средними временами релаксации, которая состоит из трех параллельно соединенных модельных элементов: двух вязкоупругих элементов Максвелла ($E_{11} - \eta_1$ и $E_{12} - \eta_2$) и одного

упругого элемента E_2 [3], [4]. Модель позволяет учитывать составляющие напряжения, обусловленные быстропротекающими и замедленными процессами релаксации, время протекания которых меньше времени одного цикла ношения изделия.

Дифференциальное уравнение механической модели имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} & \eta_1 \eta_2 \left(\frac{1}{E_{11}} + \frac{1}{E_{12}} + \frac{E_2}{E_{11} E_{12}} \right) \frac{d^2 \varepsilon(t)}{dt^2} + (\eta_1 + \eta_2 + E_2 \left(\frac{\eta_1}{E_{11}} + \frac{\eta_2}{E_{12}} \right)) \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + E_2 \varepsilon(t) = \\ & = \frac{\eta_1 \eta_2}{E_{11} E_{12}} \frac{d^2 \sigma(t)}{dt^2} + \left(\frac{\eta_1}{E_{11}} + \frac{\eta_2}{E_{12}} \right) \frac{d\sigma(t)}{dt} + \sigma(t). \end{aligned} \quad (1)$$

Решение дифференциального уравнения (1) при условии растяжения образца с постоянной скоростью нарастания удлинения $c = \varepsilon/t$ до заданного конечного значения $\varepsilon = \varepsilon_k$ и последующей релаксации напряжений имеет следующий вид:

$$\sigma(t) = \sigma_{01} e^{-\frac{t}{T_1}} + \sigma_{02} e^{-\frac{t}{T_2}} + E_2 \varepsilon_k = c \eta_1 (1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_1}}) e^{-\frac{t}{T_1}} + c \eta_2 (1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_2}}) e^{-\frac{t}{T_2}} + E_2 \varepsilon_k, \quad (2)$$

где $T_1 = \eta_1 / E_{11}$ и $T_2 = \eta_2 / E_{12}$ – постоянные времена, характеризующие темп быстропротекающих и замедленных процессов релаксации напряжений соответственно; $\sigma_{01} = c \eta_1 (1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_1}})$, $\sigma_{02} = c \eta_2 (1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_2}})$ – составляющие напряжения, релаксирующие вследствие быстропротекающих и замедленных процессов соответственно.

При постоянной скорости нарастания удлинения $c = \varepsilon/t$ решение уравнения (1), будет иметь следующий вид:

$$\sigma(\varepsilon) = c \eta_1 (1 - e^{-\frac{E_{11}}{c \eta_1} \varepsilon}) + c \eta_2 (1 - e^{-\frac{E_{12}}{c \eta_2} \varepsilon}) + E_2 \varepsilon = c \eta_1 (1 - e^{-\frac{\varepsilon}{c T_1}}) + c \eta_2 (1 - e^{-\frac{\varepsilon}{c T_2}}) + E_2 \varepsilon. \quad (3)$$

Результаты исследований и их обсуждение

В результате экспериментальных исследований в режиме растяжения с постоянной скоростью нарастания удлинения получены диаграммы растяжения трикотажных полотен вдоль петельных рядов (рис. 1). Результаты испытаний образцов трикотажных полотен в режиме релаксации напряжений представлены на рис. 2.

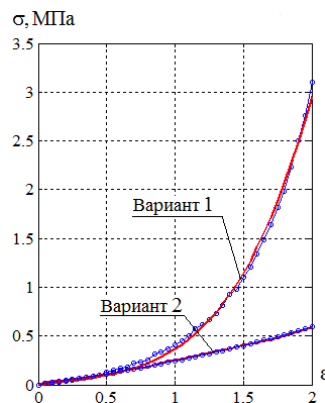
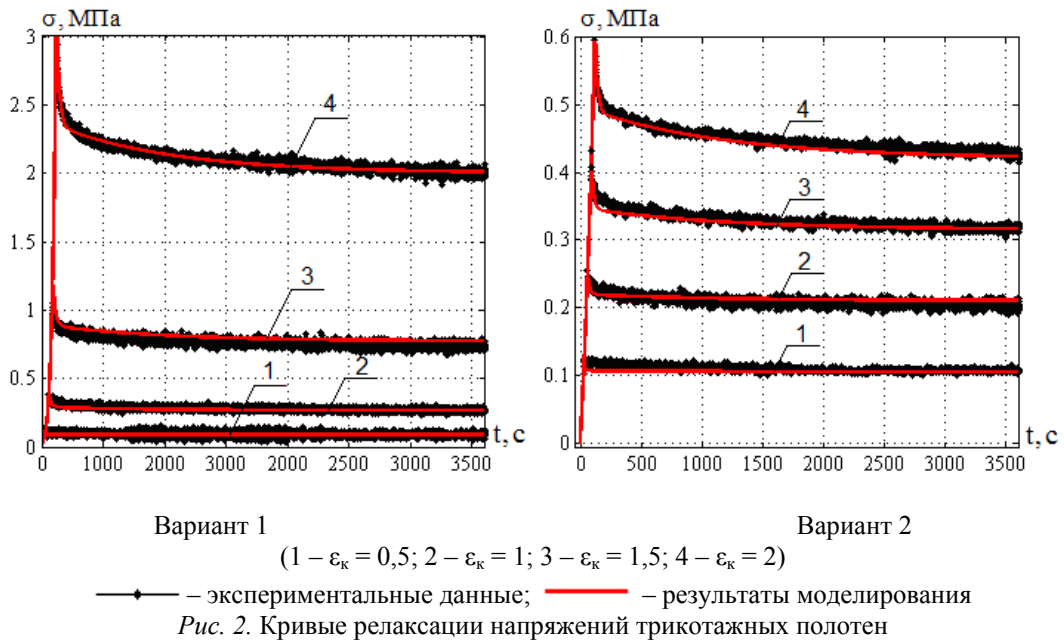


Рис. 1. Диаграммы растяжения трикотажных полотен вдоль петельных рядов:

—○— — экспериментальные данные; — — результаты моделирования

По одной кривой релаксации напряжений при постоянном удлинении $\varepsilon_k = 2$ произведена оценка параметров уравнения (2). По результатам математического моделирования процесса деформирования трикотажных полотен при постоянной скорости нарастания удлинения с использованием параметров, определенных по одной кривой релаксации напряжений, установлено, что диаграммы растяжения, полученные путем моделирования, существенно отличаются от экспериментальных. В связи с этим была выдвинута гипотеза о том, что параметры механической модели не являются постоянными, а изменяются в процессе растяжения и зависят от величины удлинения.



С использованием семейств экспериментальных кривых релаксации напряжений и соотношений (2) и (3) получены следующие зависимости для математического описания параметров механической модели $\eta_{1(i)}(\varepsilon)$, $\eta_{2(i)}(\varepsilon)$, $E_{11(i)}(\varepsilon)$, $E_{12(i)}(\varepsilon)$ и $E_{2(i)}(\varepsilon)$ i -го варианта трикотажа:

$$\eta_{1(1)}(\varepsilon) = K_{\eta_{1(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad \eta_{2(1)}(\varepsilon) = K_{\eta_{2(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad (4)$$

$$\eta_{1(2)}(\varepsilon) = K_{\eta_{1(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad \eta_{2(2)}(\varepsilon) = K_{\eta_{2(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad (5)$$

$$E_{11(1)}(\varepsilon) = K_{E_{11(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad E_{12(1)}(\varepsilon) = K_{E_{12(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad (6)$$

$$E_{11(2)}(\varepsilon) = K_{E_{11(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad E_{12(2)}(\varepsilon) = K_{E_{12(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad (7)$$

$$E_{2(1)}(\varepsilon) = E_{20(1)} + K_{E_2(1)} \cdot \varepsilon^3; \quad (8)$$

$$E_{2(2)}(\varepsilon) = E_{20(2)}, \quad (9)$$

где $K_{\eta_{1(i)}}$ – темпы нарастания динамической вязкости $\eta_{1(i)}$, МПа · с; $K_{\eta_{2(i)}}$ – темпы нарастания динамической вязкости $\eta_{2(i)}$, МПа · с; $K_{E_{11(1)}}$; $K_{E_{11(2)}}$; $K_{E_{11(1)}}$; $K_{E_{11(2)}}$ – темпы нарастания соответствующих модулей упругости, МПа; $E_{20(i)}$ – начальное значение модуля упругости E_2 , МПа; $K_{E_2(1)}$ – темп нарастания модуля упругости E_2 трикотажа варианта 1, МПа.

Величины темпов нарастания динамических вязкостей, начальных значений и темпов нарастания модулей упругости для исследуемых трикотажных полотен представлены в таблице.

Величины темпов нарастания динамических вязкостей, начальных значений и темпов нарастания модулей упругости

| Наименование исследуемых образцов | K_{η_1} , МПа · с | K_{η_2} , МПа · с | $K_{E_{11}}$, МПа | $K_{E_{12}}$, МПа | E_{20} , МПа | K_{E_2} , МПа |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| Вариант 1 | 5,337 | 22,097 | 0,243 | 0,022 | 0,161 | 0,21 |
| Вариант 2 | 1,55 | 10,474 | 0,078 | 0,009 | 0,1 | – |

Заключение

Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования показывает, что использование обобщенной механической модели Максвелла с двумя временами релаксации с учетом зависимостей ее параметров от относительного удлинения позволяет достоверно моделировать процессы релаксации напряжений, а также режим растяжения с постоянной скоростью нарастания относительного удлинения трикотажных полотен для компрессионных изделий лечебно-профилактического назначения. Применение полученных результатов позволит прогнозировать равновесные значения давления компрессионных изделий.

Литература

1. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.
2. Maklewska, E. Modelling and designing of knitted products used in compressive therapy / E. Maklewska, A. Nawrocki, J. Ledwoń, K. Kowalski // *Fibres and Text. East. Eur.* – 2006. – 14, № 5. – P. 111–113.
3. Нарисава, И. Прочность полимерных материалов / И. Нарисава. – М. : Химия, 1987. – 400 с.
4. Матуконис, А. В. Строение и механические свойства неоднородных нитей / А. В. Матуконис. – М. : Легпромбытиздат, 1971. – 186 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПЕРЕДЕЛЕ

А. И. Товстелева

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Обычные продукты сгорания окисляют сталь при ее нагреве в печах. Есть расчетные методы оценки количественного значения угара. Способ определения количества образующейся окалины непосредственно взвешиванием металла до и после нагрева его наиболее надежен, но его не всегда применяют из-за того, что в ряде случаев трудно бывает обеспечить необходимую точность при взвешивании.

Легче определить величину угара, пользуясь специально изготовленными металлургическими образцами-спутниками малого размера, уложенными на продвигающийся в печи металл. В этом случае образцы до и после нагрева взвешивают на лабораторных весах.

Потерянную массу образца-спутника от окисления относят к единице его поверхности, омываемой продуктами сгорания (например, г/см^2), и считают, что такой же угар происходил на поверхности заготовок, омываемой продуктами сгорания.

Этому способу присущи следующие недостатки:

1. При определении поверхности заготовок, омываемой продуктами сгорания, обычно исключают их боковые грани, которыми они соприкасаются в методической печи (считая эти грани плотно закрытыми). На самом деле из-за кривизны заготовок часть поверхности этих граней также открыта для окисления и, таким образом, нет ясности в определении общей поверхности заготовок, подвергшейся окислению. Естественно, что величина связанной с этим ошибки зависит от размера заготовок (на широких заготовках она меньше).

2. Так как образцы малого размера (к тому же более открытые для омывания продуктами сгорания) при продвижении вместе с заготовками быстрее прогреваются и достигают высоких температур, то они должны больше окисляться, окалина на них может даже оплавиться и дополнительно появиться, следовательно, может быть искажено представление о величине угара заготовок.

В некоторых случаях оценивают количество угара по толщине и массе окалины, снятой со всех граней заготовок. Такой метод оценки угара сравнительно прост, однако большое разнообразие в толщине окалины, снимаемой даже с одной и той же поверхности заготовки (омываемой или неомываемой продуктами сгорания), снижает точность определения по этому методу. Естественно также, что некоторая часть окалины заготовок оплавляется и натирается на монолитную подину, что также уменьшает в какой-то мере толщину окалины и точность определения угара.

При нагреве трубных заготовок в кольцевой нагревательной печи, а также при дальнейшей прокатке происходит активное химическое взаимодействие металла с окружающими газами, в результате чего его поверхностные слои окисляются и обезуглероживаются. При нагреве стали окисленный слой представляет собой окалину, которая образуется в результате диффузионного процесса окисления железа и примесей, входящих в состав стали. Образование окалины при нагреве приводит к потере годного металла.

Экспериментальным путем было определено количество окалины, образующейся при производстве горячедеформированных бесшовных труб.

Описание эксперимента

В кольцевую нагревательную печь были посажены четыре заготовки (№ 1–№ 4). Для проведения замеров отбирались образцы окалины с наружной поверхности:

- 1) заготовки, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи;
- 2) гильзы, после прошивки заготовки в прошивном стане;
- 3) черновой трубы, после непрерывного стана;
- 4) готовой трубы, после РРС, на холодильнике.

Заготовка № 1, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи, была отбракована перед прошивным станом. С поверхности этой заготовки был отобран образец окалины, определена его масса и площадь.

Гильза, полученная из заготовки № 2 после прошивки на стане СТР, была отбракована перед станом PQF. На наружной поверхности гильзы был размечен участок, размером $100 \times 100 \text{ мм}^2$ (площадью 10000 мм^2), с этого участка отобрана окалина, определена ее масса.

После прошивки на внутренней поверхности гильзы образуется тонкий слой окалины. Перед станом PQF внутрь гильзы вдувается деоксидант, который вступает в эвтектическую реакцию с образовавшейся на ее внутренней поверхности окалиной и преобразует ее в химическое соединение, препятствующее дальнейшему окислению внутренней поверхности.

Поэтому при определении фактического значения количества окалины, образующейся при производстве горячедеформированных бесшовных труб, суммируется общее количество окалины на наружной поверхности заготовки, гильзы, черновой и готовой трубы, а также количество окалины на внутренней поверхности гильзы.

Черновая труба, полученная из заготовки № 3, была отбракована перед станом РРС. На ее поверхности окалина практически отсутствовала. Это связано с тем, что перед станом PQF находится гидросбив окалины с поверхности гильзы.

Готовая труба, полученная из заготовки № 4, была выдана на холодильник. На поверхности готовой трубы окалина практически отсутствовала. Это объясняется тем, что во время перемещения готовой трубы по холодильнику, окалина осыпается с ее наружной поверхности.

Образцы окалины для исследований были отобраны с поверхности трубной заготовки и гильзы после полного их остывания. Во время остывания металла его поверхность продолжает окисляться, масса окалины увеличивается, что приводит к завышению реальных значений угара металла при производстве труб. Анализируя результаты первого эксперимента по определению окалинообразования, было выявлено следующее:

1) на поверхности трубной заготовки во время нагрева ее в кольцевой нагревательной печи образуется наибольшее количество окалины, что обусловлено длительным нахождением металла при высоких температурах;

2) при прошивке заготовки в гильзу, раскатке гильзы в стане PQF и получении готовой трубы в стане РРС образуется небольшое количество окалины ввиду малой продолжительности указанных технологических операций производства труб.

Так как основная масса окалины образуется на заготовке, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи дальнейшая работа по определению окалинообразования при производстве труб была продолжена путем сбора образцов окалины с поверхности заготовок перед станом СТР. Согласно результатам проведенных исследований, удельное содержание окалины на поверхности гильзы, черновой и готовой трубы было принято соответственно:

– 0,2 %, 0,1 %, 0,1 % (для проката труб из заготовки Ø140 мм);

– 0,3 %, 0,2 %, 0,2 % (для проката труб из заготовки Ø200 мм).

На основании полученных замеров было вычислено удельное содержание окалины и построен график зависимости удельного содержания окалины от продолжительности нагрева заготовок (представлен на рис. 1).

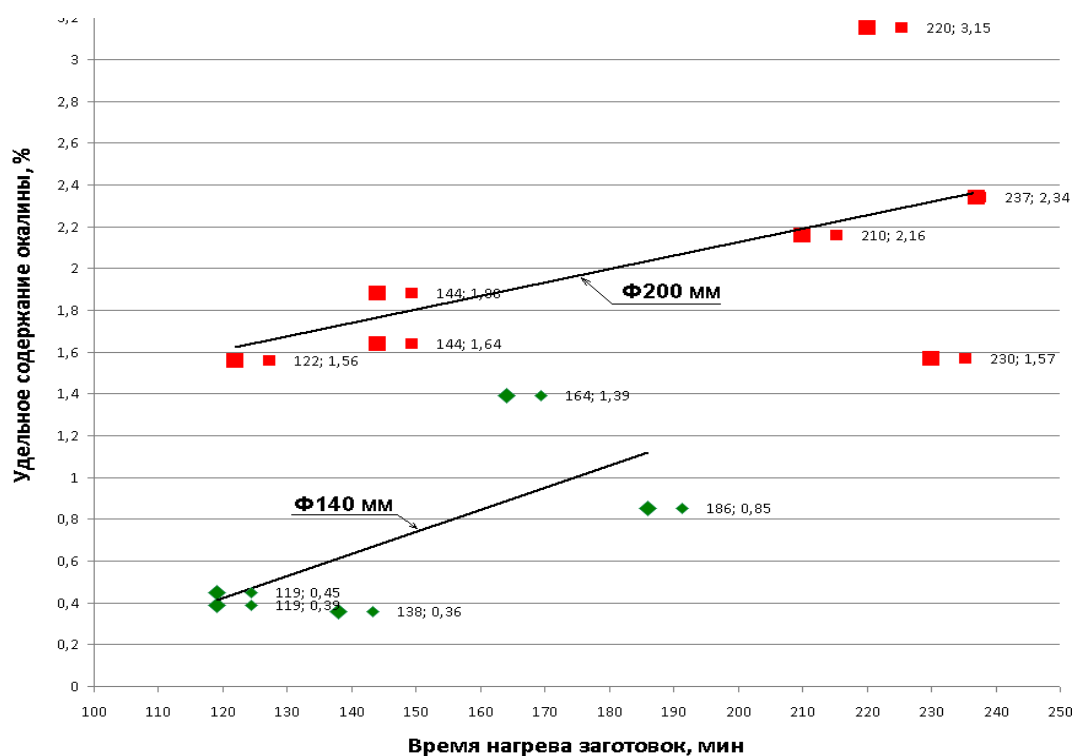


Рис. 1. График зависимости удельного содержания окалины от продолжительности нагрева заготовок

Литература

1. Губинский, В. Н. Уменьшение окалинообразования при производстве проката / В. Н. Губинский, А. Н. Минаев, Ю. В. Гончаров. – Киев : Техника, 1981. – 130 с.
2. Данченко, В. Н. Проблемы повышения качества труб / В. Н. Данченко // Черная металлургия : бюл. – 2003. – № 6. – С. 1–11.
3. Северденко, В. П. Окалина при горячей обработке металлов давлением / В. П. Северденко, Е. М. Макушок, А. И. Раввин. – М. : Металлургия, 1977. – 208 с.

АТТЕСТАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

А. Л. Башлакова

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем
имени В. А. Белого» Национальной академии наук Беларуси, г. Гомель

Научный руководитель С. В. Шилько

В области производства строительных материалов особое внимание уделяется вопросу совершенствования упрочняющих элементов, в частности арматуры для бетонных изделий. Экономически обоснованной альтернативой становится использование арматуры из полимерных композитов (стекло- и углепластиков). Наряду с

важными преимуществами композитной арматуры (низкий удельный вес и высокая коррозионная стойкость), существуют ограничения по ряду специфических физико-механических свойств полимерных материалов, препятствующих широкому использованию композитной арматуры.

В этой связи в данной работе были проведены механические испытания на растяжение и изгиб двух типоразмеров композитной арматуры из стеклопластика для определения пределов прочности и текучести, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости Юнга. Испытания проводились с использованием машины Инстрон 5567 и тензометрической станции TS-32. Результаты испытаний арматуры из стеклопластика сопоставлены с аналогичными характеристиками стальной арматуры производства Белорусского металлургического завода (г. Жлобин).

| Материал | Диаметр арматуры d , мм | Плотность ρ , кг/м ³ | Предел прочности, σ_b , ГПа | Число перегибов до разрушения | Цена за п. м, тыс. р. |
|---------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Сталь | 4 | 7810 | 0,50 | 4 | 4,0 |
| Стеклопластик | 4 | 3500 | 3,58 | 1 | 2,7 |

Для измерения деформации на образцы композитной арматуры клеились фольговые датчики, ориентированные в продольном направлении. Подготовленные образцы испытывались на растяжение и трехточечный изгиб. Результаты определения модуля Юнга, исходя из диаграммы растяжения на машине Инстрон 5567, были сопоставлены с результатами тензометрирования образца. Это позволило оценить погрешность, вызванную проскальзыванием относительно жесткого образца в захватах испытательной машины. Полученные результаты позволяют обосновать применение композитной арматуры для упрочнения бетонных изделий путем проведения уточненных расчетов на прочность и деформативность.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ СВЯЗИ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛА МЕДЬ–АЛЮМИНИЙ

Д. А. Романов

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск

Научный руководитель Д. Г. Девойно

Широкому внедрению в ответственных конструкциях биметаллов на основе разнородных трудносвариваемых металлов препятствует недостаточная изученность процессов, протекающих при нагреве в зоне соединения и приводящих к изменению служебных свойств материалов. Роль происходящих в зоне контакта слоев структурных и фазовых превращений важна настолько, что позволяет исследователям утверждать, что взаимодействия на границе раздела фаз это основной фактор, определяющий свойства материала. Эффективно использовать композиционные материалы можно, лишь изучив эти взаимодействия и научившись управлять ими.

Изучалась зависимость прочности соединения слоев от толщины промежуточной интерметаллидной прослойки, образующейся в зоне соединения биметалла алюминий-медь при нагреве. Прочность определялась испытанием на отрыв слоев кольцевых биметаллических образцов.

Исследование влияния нагрева на структуру, фазовый состав зоны соединения и прочность связи слоев проводили на образцах, вырезанных из биметаллических листов алюминий–медь, изготовленных методом высокоскоростной деформации. Технологические параметры были подобраны таким образом, что в зоне соединения отсутствовали интерметаллидные фазы. Отжиг биметаллических листов проводили при температурах 300–600 °С. Продолжительность выдержки изменяли от 30 мин до 2,5 ч. После охлаждения заготовок вытачивали кольцевые образцы для испытаний на отрыв слоев, а на совместно отожженных образцах-свидетелях изучали микроструктуру диффузионной зоны.

Образование на границе раздела слоев сплошной интерметаллидной прослойки толщиной 1,5 мкм отмечено после 30 минутного отжига при температуре 300 °С. С повышением температуры отжига и увеличением его продолжительности глубина диффузионной зоны растет. Наибольшую скорость роста прослойки наблюдали при относительно коротких выдержках до 1–2,5 ч. Зависимость толщины общей интерметаллидной прослойки от температуры нагрева в системе медь-алюминий показана на рис. 1.

На образцах, отожженных при 400 °С в течение 30 мин, в диффузионной зоне уже хорошо различаются три отдельных прослойки: коричневая – со стороны алюминия, светлая – со стороны меди и промежуточная. Интенсивность роста каждой прослойки в отдельности непостоянна и зависит от температуры нагрева. При температурах нагрева до 400 °С толщина прослойки со стороны алюминия оказывается почти в 2 раза больше прослойки со стороны меди. При более высоких температурах (в интервале 400–550 °С) отмечается преимущественный рост прослойки со стороны меди, за ней следует промежуточная, а рост прослойки со стороны алюминия замедляется. Экспериментальные данные показывают, что кинетика роста общей интерметаллидной прослойки в пределах исследованных температур удовлетворительно подчиняется параболическому закону, ранее установленному для системы алюминий–медь в [1].

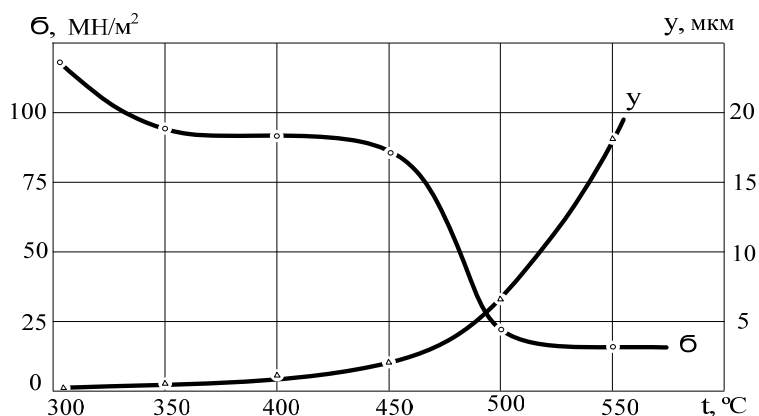


Рис. 1. Изменение толщины интерметаллидной прослойки и прочности соединения слоев биметалла алюминий–медь в результате нагрева

Диффузионная зона (по данным [1]) включает фазы следующих составов, соответствующие интерметаллидным прослойкам – CuAl_2 , CuAl , Cu_3Al_2 . Наличие интерметаллидной прослойки на границе раздела слоев, в силу резко отличных механических свойств интерметаллидных фаз и основных слоев, обуславливает высокую

степень механической и структурной неоднородности биметаллического соединения. Измерение микротвердости диффузионной зоны и непосредственно примыкающих к ней слоев алюминия и меди (рис. 2) показало, что наибольшей твердостью (8000–9000 МПа) обладает прослойка со стороны меди. Прослойка со стороны алюминия имеет твердость 2500 МПа, то есть их твердость превышает твердость основных слоев меди и алюминия в 15 и 25 раз соответственно. В алюминиевом слое наблюдается участок повышенной твердости (600 МПа), непосредственно примыкающий к диффузионной зоне, что, по-видимому, вызвано образованием твердого раствора.

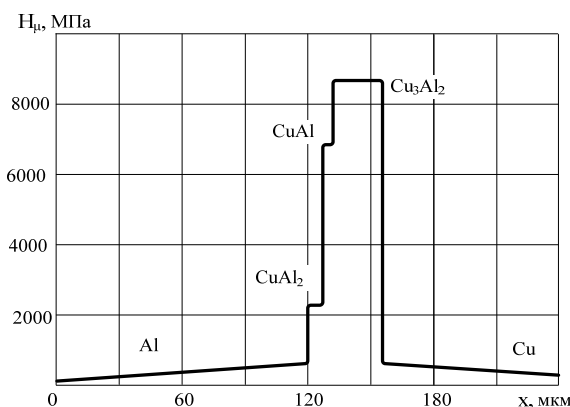


Рис. 2. Распределение микротвердости в поперечном сечении биметалла после нагрева

Развитие интерметаллидной зоны на границе раздела слоев вызывает снижение прочности соединения (рис. 1). Экспериментальные данные показывают, что прочность соединения начинает постепенно снижаться с образованием сплошной интерметаллидной прослойки при температуре 300 °С. Однако, несмотря на низкую прочность интерметаллидных фаз (сопротивление отрыву фазы CuAl_2 при 20 °С составляет всего 20–30 МПа (2–3 кг/мм²), прочность соединения в целом остается на высоком уровне вплоть до температуры 450 °С при общей толщине прослойки 2–3 мкм. Это связано с развитием в интерметаллидной фазе объемного равноименного напряженного состояния, способствующего повышению пластичности интерметаллида и сопротивлению его разрушению по сравнению с линейным растяжением. Разрушение биметаллических образцов со сплошной интерметаллидной прослойкой 2–3 мкм (температура отжига 300, 350, 400 °С) происходило в этих условиях по алюминию. Поверхность разрушения имела типичное для пластичных металлов вязкое ямочное строение.

По мере развития интерметаллидной фазы на границе разделов слоев прочность соединения снижается и изменяется характер разрушения образцов. При толщине интерметаллида 2,5–3,5 мкм ($t = 450$ °С, $\tau = 0,5$ ч) поверхность разрушения носит смешанный характер: разрушение образцов происходит частично по алюминию, частично по интерметаллидной прослойке. В этом проявляется смягчающее влияние схемы напряженного состояния в тонких интерметаллидных прослойках.

Дальнейшее увеличение толщины прослойки приводит к тому, что объемное напряженное состояние перестает распространяться на всю толщину прослойки, и часть ее будет находиться в линейном напряженном состоянии и разрушаться отрывом при напряжениях, соответствующих прочности наименее прочной фазы CuAl_2 в условиях одноосного растяжения. Как следует из полученной зависимости (рис. 1),

увеличение толщины интерметаллидной прослойки свыше 10 мкм не изменяет характера ее напряженного состояния, и прочность соединения практически не меняется, оставаясь на уровне 20 МПа. Все образцы, имевшие в составе интерметаллидную прослойку толщиной свыше 5 мкм, разрушились хрупко, отрывом по зоне соединения. На поверхности отрыва видны типичные плоские площадки хрупких сколов, что характерно для разрушения с малой пластической деформацией.

Проведенное исследование показало, что основной причиной снижения прочности соединения слоев биметалла алюминий–медь при воздействии повышенных температур, является процесс диффузии с образованием низкопрочных интерметаллидных соединений. При этом прочность соединения слоев и характер разрушения биметаллических образцов изменяется в зависимости от степени развития промежуточной интерметаллидной зоны. Максимально допустимая толщина сплошных интерметаллидных включений, при которой не происходит значительного разупрочнения биметалла медь–алюминий, составляет 2 мкм.

Л и т е р а т у р а

1. Лариков, Л. Н. Диффузионные процессы в твердой фазе при сварке / Л. Н. Лариков, В. М. Фальченко. – М. : Машиностроение, 1975. – 192 с.

ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ЛЮМИНОФОРОВ МЕТОДОМ ГОРЕНИЯ

О. В. Урецкая, Н. Е. Дробышевская, А. В. Павленок, Е. Н. Подденежный

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Люминофоры широко применяются в телевидении, системах отображения информации, а в последнее время – и в осветительных приборах: лампочках, светильниках, прожекторах. Для целей освещения чаще всего используются микрокристаллические люминофоры на основе иттрий-алюминиевого граната ($Y_3Al_5O_{12}$), легированного ионами редкоземельных элементов. Методы синтеза таких люминесцентных порошков требуют высоких температур (1500–1600 °С), специального оборудования, наличия восстановительных газовых сред при синтезе (водород, формирующий газ) или плохо воспроизводимого СВС-процесса [1]. Для систем отображения информации (светящиеся таблички, эвакуационные табло, системы оповещения) используются люминофоры с длительным послесвечением на основе алюминатов щелочноземельных элементов [2]. В НИЛ ТКН ГГТУ им. П. О. Сухого разрабатываются новые варианты получения люминесцентных материалов в виде наноструктурированных порошков иттрий-алюминиевого граната и алюминатов стронция-бария, активированных ионами РЗЭ. Эти методы основаны на термохимических реакциях (горения) в восстановительной среде (сахарозе, лимонной кислоте, мочеvine, уксусной кислоте), совмещенные с процессами формирования органико-неорганических комплексных соединений [3]. Установлено, что в процессе горения с использованием азотнокислых солей иттрия, алюминия и церия в смеси с сахарозой с последующей термообработкой на воздухе при температурах 1100–1200 °С формируются наноструктурированные порошки иттрий-алюминиевого граната, легированного ионами церия, с химической формулой

$Y_{3-x}Ce_xAl_5O_{12}$ ($x = 0,02-0,06$), ярко-желтого цвета, с насыпной плотностью $\rho = 12-50$ г/л с выходом по твердой фазе около 90 % (рис. 1, а). В то же время при

использовании в качестве горючего уксусной кислоты при тех же условиях получают порошки более плотные, с более совершенной кристаллической структурой, состоящие из сросшихся кристаллитов (рис. 1, б).

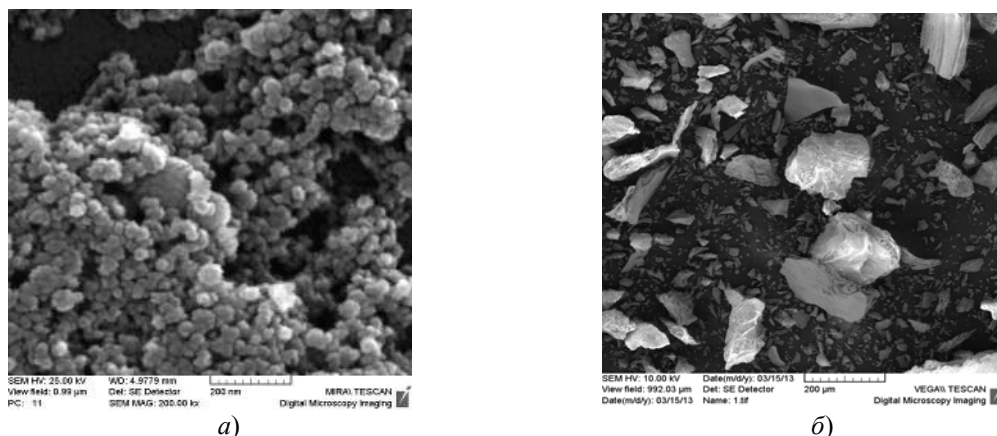


Рис. 1. РЭМ-изображение частиц YAG:Ce, полученных: а – с использованием сахарозы в качестве горючего ($T_{\text{обр}} = 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$); б – методом горения в уксусной кислоте ($T_{\text{обр}} = 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Последовательность синтеза наноструктурированных порошков граната, легированного ионами церия путем горения, заключается в смешивании расчетных количеств $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, органического соединения горючего, добавлением дистиллированной воды, перемешиванием ингредиентов до состояния однородного геля. Далее следует термическая обработка геля в сушильном шкафу при температуре $75\text{--}85\text{ }^{\circ}\text{C}$ или микроволновой печи. И только после термообработки при $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ формируются нанокристаллические порошки, проявляющие интенсивные люминесцентные свойства при облучении светом синего светодиода ($\lambda_{\text{возб}} = 450\text{ нм}$) [4].

Спектры люминесценции наноструктурированных порошков YAG:Ce, полученных методом горения, приведены на рис. 2.

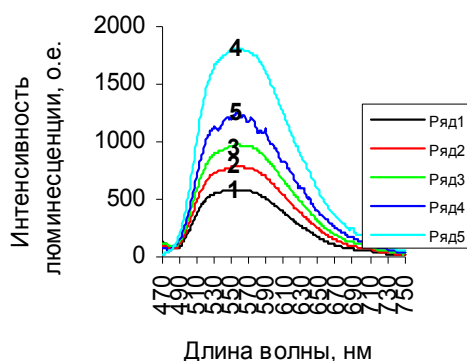


Рис. 2. Спектры люминесценции порошков YAG:Ce ($\lambda_{\text{возб}} = 450\text{ нм}$):
1 – $700\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 – $900\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 – $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 – $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$

Установлено, что увеличение температуры обработки наноструктурированного порошка YAG:Ce в интервале $700\text{--}1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в воздушной среде приводит к росту интенсивности люминесценции примерно в 3 раза.

Ультрадисперсные порошки алюмината стронция-бария, легированного ионами европия $Sr_xBa_{1-x}Al_2O_4:Eu$, были получены методом горения, (термохимическая реакция) с использованием нитратов стронция и бария и в качестве горючего ряда органических соединений: сахарозы, лимонной кислоты и мочевины. Начальная температура поджига смеси солей и органического горючего составляла 175 °С. Далее полученный прекурсор прокаливали на воздухе в муфельной печи при температурах 700 и 1200 °С в течение одного часа. Один из образцов (4а) был получен при поджиге смеси в бытовой СВЧ-печи при мощности 800 Вт.

Удельная поверхность образцов $Sr_xBa_{1-x}Al_2O_4:Eu$ была измерена с помощью установки АКУСОРБ-500 методом адсорбции-десорбции аргона. Результаты измерений удельной поверхности порошков, полученных методом горения в сахарозе, представлены в таблице.

Удельные поверхности порошков, полученных методом горения в сахарозе

| Номер образца | Температура, °С | Удельная поверхность, м ² /г |
|---------------|--------------------|---|
| 1а | 175 | 0,21 |
| 2а | 700 | 1,04 |
| 3а | 1200 | 0,69 |
| 4а | горение в СВЧ-печи | 1,11 |

Из таблицы следует, что удельная поверхность порошков вначале незначительно растет с повышением температуры прокаливания, а затем падает примерно в 2 раза при температуре 1200 °С. Это связано, скорее всего, вначале с удалением примесных групп (ОН, NO₃, CO₂) с поверхности частиц порошка, а затем уплотнением кристаллической структуры частиц матрицы $SrBaAl_2O_4$ и формированием более совершенной кристаллической структуры с увеличением размера кристаллитов. При горении прекурсора в СВЧ-печи сразу формируется порошок с довольно высокой удельной поверхностью, так как при воздействии микроволнового излучения на влажный порошок происходит поджиг органики и температура резко растет.

Этот вывод подтверждают и дифрактограммы (ДРОН-7), снятые от образцов $Sr_xBa_{1-x}Al_2O_4$, полученных методом горения с последующем прокаливанием прекурсора при температурах 700 и 1200 °С (рис. 3).

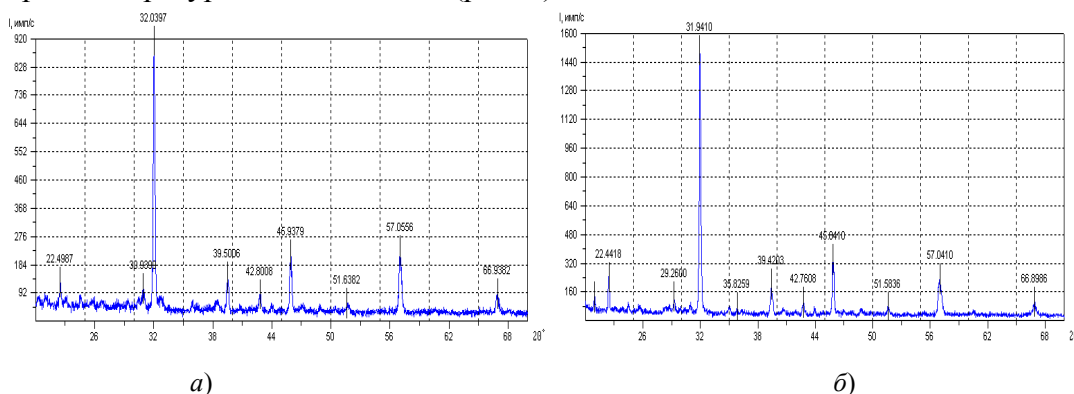


Рис. 3. Дифрактограмма порошка $Sr_xBa_{1-x}Al_2O_4$, прокаленного при температуре 700°С (а) и 1200 °С (б) на воздухе

Видно, что порошки, полученные из азотнокислых солей стронция, бария и алюминия, полученные методом горения и последующего прокаливания при 700 и 1200 °С не содержат других фаз, кроме кубического алюмината стронция-бария. По уширению пиков на дифрактограмме рисунка 3а было найдено, что средний размер агломератов кристаллических порошков, прокаленных при 1200 °С, составляет 2,5–3 мкм.

Полученные порошки $Sr_xBa_{1-x}Al_2O_4:Eu$ интенсивно люминесцируют под воздействием УФ-излучения в интервале 400–700 нм с максимумом на 520 нм (желто-зеленая люминесценция), что позволяет предположить перспективность их применения в системах отображения информации.

Литература

1. Получение нанодисперсных порошков алюмоиттриевого граната, легированного неодимом, методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / С. С. Балабанов [и др.] // Неорган. материалы. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 194–198.
2. Z. Qiu, Y. Zhou, M. Lü, A. Zhang and Q. Ma. Combustion synthesis of long-persistent luminescent $MA_2O_4: Eu^{2+}, R^{3+}$ (M=Sr, Ba, Ca, R=Dy, Nd and La) nanoparticles and luminescence mechanism research // Acta Materialia. – 2007. – Vol. 55. – № 8. – P. 2615–2620.
3. Lengauer, C. L. Strontium Acetate Nitrate Trihydrate $[Sr_2(CH_3COO)_2(NO_3)_2(H_2O)_3]$ / C. L. Lengauer, G. Giester // Acta Crystallographica. Section C. Crystal Structure Communications. – 1997. – Vol. 53. – № 7. – P. 870–872.
4. Формирование наноструктурированных частиц иттрий-алюминиевого граната, активированного церием, методом горения / Е. Н. Подденежный [и др.] // Физика и химия стекла. – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 63–67.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЛАТУНИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ СТАЛИ 80К

И. М. Крижевский, М. Д. Яньшин

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

Научный руководитель И. В. Агунович

Производство проволоки представляет собой сложный технологический процесс, все этапы которого оказывают значительное влияние на качество продукта. Механические свойства проволоки зависят от многих факторов, в число которых входят: исходная структура заготовки, структурные изменения в процессе деформации, температура, скорость и степень деформации, механические схемы деформаций, термическая обработка проволоки и т. д. Весомый вклад в формирование свойств проволоки вносит процесс тонкого волочения, основной задачей которого является достижение максимальной пластичности при сохранении прочности.

По мере прохождения проволоки через волоки по маршруту волочения нарастает суммарная пластическая деформация проволоки, увеличивается скорость волочения, и неравномерность структуры исходной заготовки перед тонким волочением приведет к неравномерности возникающих напряжений и деформаций проволоки, нарастанию остаточных напряжений, и следовательно – к низкому качеству проволоки и ее обрывности в процессе волочения. В связи с этим целью данного исследования было подобрать такую предварительную термообработку исходной заготовки перед тонким волочением, которая бы обеспечивала оптимальную ее структуру и механические свойства перед деформацией.

Методика исследований

Исследования проводились на проволочных латунированных образцах диаметром 1,9 мм из стали 80К производства ОАО «БМЗ-управляющая компания холдинга «БМК», содержащей, %: 0,8 С; 0,52 Мн; 0,18 Si; 0,03 Cr; 0,02 Ni; 0,04 Cu; 0,001 Al; 0,006 P; 0,009 S и 0,005 N₂.

Исследовалась структура и механические свойства проволоки до и после термообработки. Термообработка заключалась в закалке в течение 4 мин при 760 °С, охлаждении в масле и отпуске. Низкий отпуск проводился при температуре 200 °С, средний – 400 °С, высокий – 550 °С с выдержкой 40 мин.

Механические свойства определяли путем испытания на растяжение образцов до и после термообработки на разрывной машине INSTRON 5969, также оценивалась их микротвердость на приборе ПМТ-3.

Результаты исследований

Структура до термообработки – пластинчатый перлит. Согласно ГОСТ 8233–56 межпластинчатое расстояние определялось в зернах перлита наибольшей дисперсности и составляло в среднем 4,5 мкм (10 баллов).

Ввиду медленного охлаждения в масле после закалки (менее 25°С/с) распад аустенита осуществляется по диффузионной кинетике с образованием перлитных структур различной дисперсности. Легирование стали карбидообразующими элементами существенно замедляет структурные превращения, происходящие при отпуске и имеющие диффузионный характер (коагуляция и сфероидизация). Таким образом, структура после термообработки – также пластинчатый перлит, но с разным межпластинчатым расстоянием. После низкого отпуска за счет рекристаллизации межпластинчатое расстояние уменьшилось и составило в среднем 2,8 мкм. Структура после низкого отпуска (рис. 1) отличается наличием по всему объему перлита пластин цементита в виде продолговатых включений – игольчатых кристаллов цементита. Такая структура определяется как верхний бейнит, и образец с такой структурой в значительной степени подвержен разупрочнению и высокой хрупкости (что подтвердили испытания на разрывной машине). Возникшие в структуре проволоочной заготовки вытянутые пластины цементита являются источниками зарождения микротрещин при деформации, это приведет к высокой обрывности проволоки при волочении. Надо отметить, что данный образец подвергнулся разрушению еще в захвате испытательной машины.

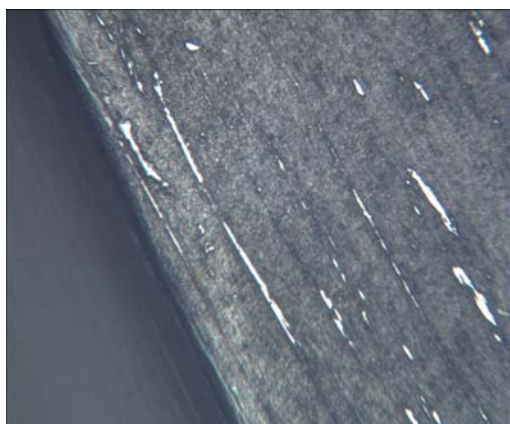


Рис. 1. Продольное сечение проволоки, ТО – низкий отпуск, x150



Рис. 2. Поперечное сечение проволоки, ТО – высокий отпуск, ливкация углерода по сечению, x150

Структура после среднего отпуска характеризуется еще большим уменьшением межпластинчатого расстояния, которое составило в среднем 0,7 мкм. Высокая дисперсность структуры приводит к увеличению прочностных свойств (таблица) и снижению пластичности.

За счет собирательной рекристаллизации межпластинчатое расстояние после высокого отпуска увеличилось, по сравнению со средним отпуском, и составило в среднем 1,6 мкм. Количество выделившегося цементита резко возросло, появилась цементитная сетка по границам зерен, и ликвация углерода по сечению проволоки, что повлекло за собой снижение пластичности и увеличение хрупкости образца (рис. 2).

**Механические свойства латунированной проволоки
из стали 80К до и после ТО**

| Показатели | Модуль упругости, GPa | Предел прочности, МПа | Предел текучести 0,2 %, МПа | Деформация при растяжении, % | Микротвердость, МПа |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 (базовый) | 134,94 | 1 282,67 | 813,25 | 9,54187 | 4189 |
| 2 (базовый) | 119,99 | 1 269,76 | 778,78 | 9,32177 | 4290 |
| 3 (200 °С) | – | – | – | – | 3850 |
| 4 (400 °С) | 147,41 | 1 647,28 | 1 433,83 | 4,27184 | 2174 |
| 5 (550 °С) | 162,40 | 1 053,59 | 634,52 | 5,96187 | 1600 |

Заключение

Изменение механических свойств латунированной проволоки из стали 80К от температуры отпуска связано с ростом дисперсности феррито-цементитной смеси и неоднородностью структуры. Оптимальная структура проволоки до тонкого волочения – тонкодисперсный перлит. Наличие структуры бейнита снижает механические свойства проволоки. Все виды отпуска снижают механические свойства образцов.

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТА «ПРОДИР»
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕСШОВНЫХ ТРУБ**

О. В. Рожкова

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

В трубопрокатном цехе ОАО «Белорусский металлургический завод» – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» в процессе освоения производства труб нефтегазового сортамента при визуальном и ультразвуковом контроле наблюдалась массовая отбраковка труб по дефектам на внутренней поверхности, превышающих предельные (не более 5 %) отклонения от номинальной толщины стенки трубы.

Для определения причины образования и классификации дефектов трубопрокатного происхождения на внутренней поверхности трубы исследовались пробы отбракованных труб. При визуальном осмотре внутренней поверхности разрезанных вдоль проб труб-«лодочек», протравленных в горячем 50%-м растворе соляной кислоты, выявлены дефекты, представляющие собой разной ширины и протяженности углубления произвольного расположения с неровным дном (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид дефектов на внутренней поверхности трубы

При микроструктурном анализе выявлены полости дефектов, перпендикулярные поверхности труб, с тупым, скругленным или прямоугольным дном. У части дефектов стенки плотно сжаты, концы тонкие, зачастую раздвоенные [1].

Также наблюдали дефекты, полости которых заполнены раздробленной окалиной, мелкими металлическими частицами и включениями темного цвета (рис. 2), химический состав которых определяли на электронном микроскопе.

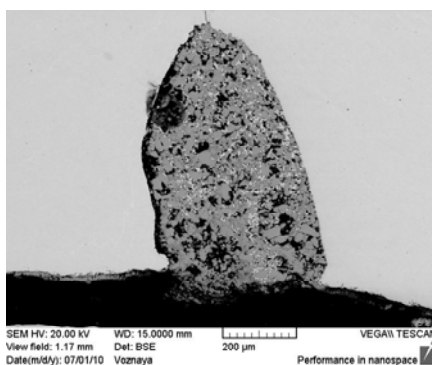


Рис. 2. Включения в полости дефекта

Металлические частицы по химическому составу соответствуют марке прокатываемого металла. Участки окалины – Fe_2O_3 . Темные участки – бура и графитовая смазка.

В области дефектов присутствует текстура деформации. Изменений в микроструктуре нет, обезуглероженный слой отсутствует. Дефекты на представленных пробах труб классифицировали как «продир» [1].

Для внутренней поверхности труб, полученных непрерывной горячей прокаткой на подвижной удерживаемой оправке характерно наличие дефекта «продир», но глубина не должна выводить толщину стенки за пределы допустимых минусовых отклонений и приводить к отбраковке труб.

В результате исследования замечено, что дефект «продир» на разных пробах отличается как по внешнему виду, так и при исследовании микрошлифов, по ширине, глубине, расположению, что свидетельствует о влиянии различных факторов, способствующих образованию дефекта. Рассмотрим эти факторы:

1. В процессе прошивки заготовок формируется внутренняя поверхность гильзы. При высокой температуре (1150–12500 °С) поверхность гильзы интенсивно окисляется, особенно в первые 10–100 с. Использование некачественного антиокислительного порошка, неудовлетворительное (неравномерное, недостаточное или избыточное) нанесение его на внутреннюю поверхность гильзы в связи с определенным технологическим

временем перемещения гильзы (от прошивки заготовки до прокатки в раскатном стане) на ее внутренней поверхности успевают образоваться окалина в количестве до 120–160 г/м².

Попадание остатков неудаленной окислыны в очаг деформации на контакт металла с раскатанной оправкой может послужить причиной образования дефекта «продир» на внутренней поверхности труб при раскатке [3].

2. Немаловажную роль на образование дефекта «продир» оказывает выбор оптимальных обжатий на участке прошивной стан – непрерывный стан, т. е. получение гильзы определенных размеров на прошивном стане и подбор оптимальных скоростных режимов работы непрерывного стана.

3. Несоосность гильзы и раскатной оправки приводит к неравномерности деформации по периметру, графитовая смазка работает в сильно нагруженном состоянии, что приводит к образованию дефектов «продир».

4. Значительными факторами, связанными с применением технологической смазки, влияющими на возникновение внутренних дефектов в горячедеформированных трубах, являются: толщина исходного слоя смазки на оправке, температура прокатываемого металла и свойства применяемой смазки.

Увеличение скорости скольжения металла по оправке сопровождается ростом толщины слоя жидкой смазки, захватываемой в очаг деформации, и соответствующим уменьшением коэффициента трения. С ростом обжатия стенки трубы увеличивается доля участков внедрения микровыступов поверхности оправки в деформируемый металл, «пропахивая» слой смазки, разделяющий поверхности трения, что и обуславливает увеличения коэффициента трения [3].

5. Износ, повреждение поверхности оправок, налипание на нее частиц металла и окислыны при горячей прокатке связаны в основном с качеством материала оправки, уровнем разогрева поверхности оправок, цикличностью их теплового нагружения, антифрикционными и теплоизоляционными свойствами технологической смазки, а также ее недостатком на контакте с гильзой [3].

При внешнем осмотре труб видно, что дефекты, расположенные на внутренней поверхности, повторяют контуры дефектов на рабочей поверхности выработанных раскатных оправок.

6. Образование грубого дефекта «продир» на внутренней поверхности труб также можно связывать с образованием на заднем конце гильзы дефекта в виде тонкой металлической кромки.

При передаче гильзы от прошивного стана к раскатному стану достаточно тонкая металлическая кромка успевает охладиться и при вводе раскатной оправки происходит захват и вовлечение металла в просвет гильзы.

В результате проведенной работы было предложено дефект «продир» на внутренней поверхности труб классифицировать по видам, что дает возможность определить и устранить причины образования каждого из видов дефектов. Были выделены 4 основные группы дефектов.

К продирам 1-го вида относятся дефекты в виде углублений неправильной формы с неровным дном, вытянутые вдоль направления прокатки, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга.

Возможными причинами повреждения внутренней поверхности труб и появление на ней «продиров 1 вида» являются:

- а) неполная защита от окисления внутренней поверхности гильзы;
- б) недостаточное или избыточное нанесение смазки;
- в) несоответствие свойств смазки требуемым (вязкость, концентрация);

г) налипание на оправку частиц металла и окалины при горячей прокатке.

Продирь 2-го вида представляют собой прикатанные продольные углубления незначительной длины, причиной образования которых является неполная защита от окисления внутренней поверхности гильзы.

Продирь 3-го вида – несплошности металла, расположенные на внутренней поверхности трубы, имеющие различную протяженность. По краям дефектов могут наблюдаться прикатанные выступы кромок металла.

К причинам образования продиров 3-го вида относятся:

- а) износ поверхности раскатных оправок;
- б) несоосность гильзы и раскатной оправки;
- г) недостаточное или избыточное нанесение смазки;
- д) несоответствие свойств смазки требуемым (вязкость, концентрация).

Продирь 4-го вида представляет собой продольное углубление с тупым чашеобразным дном. Дефект периодически сопровождается пленой.

Причины образования продиров 4-го вида следующие:

- а) несоблюдение таблиц прокатки (несоответствие диаметра раскатной оправки внутреннему диаметру гильзы);
- б) вовлечение металла в просвет гильзы с дефектного заднего конца при вводе раскатной оправки.

Часто встречаются трубы с дефектом «продирь» 2-х видов одновременно, это говорит о совокупности нескольких факторов, способствующих их образованию.

Предложенная методика классификации продиров по видам в настоящее время широко используется специалистами трубопрокатного цеха завода и позволяет своевременно определять и устранять причины образования продиров, в результате чего наблюдается снижение количества несоответствующей продукции по дефекту «продирь» на внутренней поверхности труб.

Л и т е р а т у р а

1. Дефекты стальных слитков и проката / В. В. Правосудович [и др.]. – М. : Интермет Инжиниринг, 2006. – С. 142–143.
2. Данченко, В. Н. Непрерывная прокатка / В. Н. Данченко. – М., 2002. – С. 411, 450.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ХТС

И. Н. Прусенко

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

Научный руководитель И. Б. Одарченко

В практике литейных предприятий все большее развитие находит «Cold-box» – процесс для изготовления стержней в ненагреваемой оснастке с продувкой газообразными катализаторами. Данный метод занимает лидирующее положение по доле использования на рынке технологии изготовления стержней и составляет более 60 %. Это высокий показатель на фоне того, что доля применения любого из иных способов не превышает и 9 %.

Технология «Cold-box», являясь высокопроизводительным процессом, активно вытесняет процессы изготовления стержней в горячих ящиках («Hot-box» процесс). Это происходит благодаря ряду преимуществ технологии. Анализ работ [1], [2] позволил установить следующие принципиальные отличия технологических процессов «Cold-box» и «Hot-box» (табл. 1).

Преимущества процессов «Cold-Box» перед «Hot-Box»

| Показатели | Hot-Box | Cold-Box |
|---|---------|----------|
| Коробление стержней при изготовлении | 1,0–1,5 | Нет |
| Возможность изготовления моноблоков стержней (точность сборки стержней в моноблок 0,2–0,3 мм) | Нет | Да |
| Брак стержней при изготовлении и сборке | 10–15 % | 2–3 % |
| Затраты на изготовление нового комплекта стержневой оснастки | 100 % | 70–80 % |
| Производительность, съёмов/ч (блочные стержни) | 100 % | 120 % |
| Размер припусков на механообработку | 100 % | 60–70 % |
| Потери от брака отливок | 100 % | 50 % |
| Затраты на связующие и вспомогательные материалы | 100 % | 110 % |
| Объем токсичных газовыделений на операциях заливки и выбивки | 100 % | 50–60 % |
| Затраты на захоронение отходов стержней (4-й кл. опасности) | 100 % | 12 % |

Таким образом, изготовление стержней по технологии «Cold-box» характеризуется более высокой производительностью и точностью, значительно низким объемом токсичных газовыделений, низким процентом брака, возможностью изготовления моноблоков стержней. Также следует отметить, что технология «Cold-box» наряду с высокими качественными параметрами изготовления стержней позволяет снизить энергетические затраты и получать крупные стержни, превышающие по объему емкость пескострельной головки за счет проведения нескольких «выстрелов». Стоимость ненагреваемой оснастки в зависимости от материала изготовления снижается в несколько раз.

Вместе с тем, для многих предприятий технологический процесс «Cold-box-Amin» является принципиально новой технологией, требующей освоения и оптимизации. Так на ЗАО «Гомельский ВСЗ» в 2010 г. была внедрена технология формовки с использованием связующих компонентов различных компаний.

В настоящей работе представлены результаты исследования прочностных свойств ХТС, используемые на ЗАО «Гомельский ВСЗ» с продувкой различными газовыми катализаторами. Планирование эксперимента предполагало установление взаимосвязей прочности от вида, используемого катализатора, температуры, влажности огнеупорного наполнителя. Испытания прочности смесей осуществлялись по стандартной методике согласно ГОСТ 23409.7–78 для оптимальных с технологической точки зрения составов.

Прочностные свойства исследовались для условий смеси, содержащей 100 % кварцевого песка марки $1K_1O_2O_2$, 0,8 % связующего вещества ASKOCURE 366 и 0,8 % отвердителя ASKOCURE 666 компании ASK Chemicals, с применением различных катализаторов. Связующее вещество ASKOCURE 366 относится к классу полиуретановых смол, отвердитель ASKOCURE 666 – изоцианат.

В качестве катализатора в «Cold-box-Amin» процессе применяли третичные амины: диметилэтиламин (ДМЭА), диметилизопропиламин (ДМИПА), триэтиламин (ТЭА).

При изучении влияния данных катализаторов на качество смеси были изготовлены образцы и проведены исследования на сравнение скорости реакции компонентов, прочностные характеристики, расход катализаторов.

Произведено исследование прочностных характеристик стержня в зависимости от времени при продувке третичными аминами. Для этого было изготовлено по пять образцов на продувку одним катализатором и исследована прочность на разрыв через определенные интервалы времени. В ходе исследования установлено, что выбор применения газообразного катализатора влияет на прочностные характеристики стержня (рис. 1).

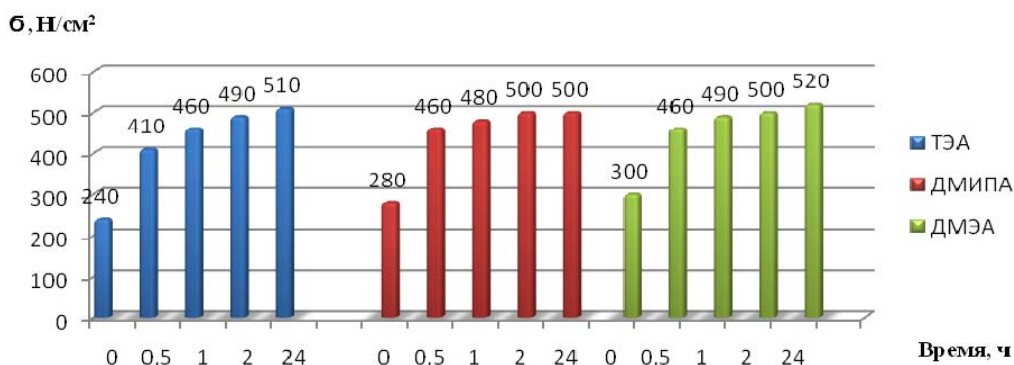


Рис. 1. Прочность стержня в зависимости от времени при продувке третичными аминами

При продувке одной и той же смеси третичными аминами наилучшие показатели были достигнуты под воздействием диметилэтиламина. В этом случае было отмечено следующее: наибольшая моментальная прочность (300 Н/см^2), высокая скорость реакции компонентов, низкий расход катализатора (0,04 % от массы смеси) и практически отсутствует запах от готовых стержней. Сравнительно низкие показатели отмечены при продувке триметиламином, что отражено в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики третичных аминов

| Тип катализатора | Скорость реакции | Расход катализатора по отношению к весу смеси |
|----------------------|------------------|---|
| Диметилэтиламин | Высокая | 0,03–0,04 % |
| Диметилизопропиламин | Средняя | 0,05–0,06 % |
| Триэтиламин | Малая | 0,09–0,10 % |

Известно, что температура песка оказывает существенное влияние на интенсивность реакции отверждения ХТС, а также воздействие на прочностные характеристики стержней. Для рассматриваемой смеси с продувкой диметилэтиламином было установлено, что с точки зрения оптимизации прочностных свойств смеси благоприятные условия полимеризации связующего обеспечиваются при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 2).

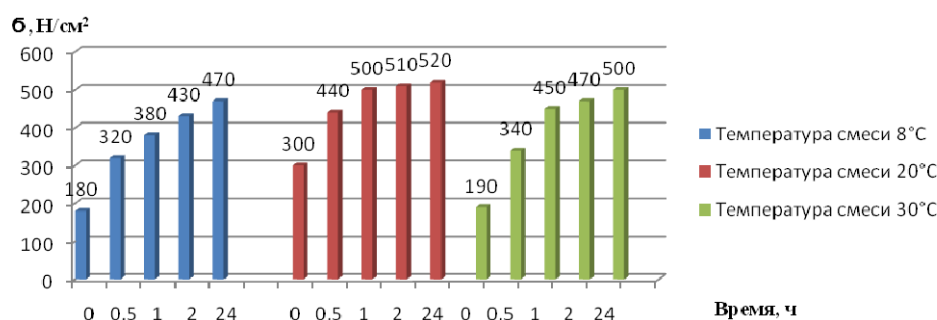


Рис. 2. Прочность стержней в зависимости от температуры смеси

При температуре смеси 20 °C отмечен наиболее быстрый набор манипуляционной прочности, которая составила 300 Н/см². С повышением температуры смеси данный показатель существенно снизился и составил 190 Н/см². При температуре 8 °C моментальная прочность стержня составила 180 Н/см², что гораздо ниже, чем в случае использования смеси с температурой 20 °C.

Исследование влияния влажности на прочностные свойства смеси определялось на образцах в течение 5 ч через равные промежутки времени (рис. 3). Было установлено, что оптимальное содержание влаги в огнеупорной основе должно быть не больше 0,05 %. При увеличении влажности песка прочностные показатели стержня снижаются. Вода моментально вступает в реакцию с ASKOCURE 666 (изоцианат), и при увеличении влажности песка во время взаимодействия компонентов стержневой смеси происходит образование полимочевины вместо полиуретана, что отражается на показателях прочности, текучести и уплотняемости. Ухудшается качество стержней во время хранения.

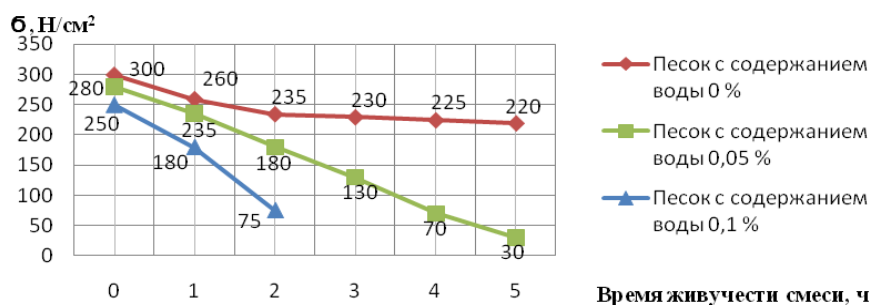


Рис. 3. Прочность стержневой смеси в зависимости от влажности песка

Следует отметить, что влажность стержневой смеси не влияет на влагостойкость стержней. Установлено [2], что, как только образуется полиуретан, влажность воздуха на уже приготовленные стержни не оказывает существенного воздействия. На влагостойкость могут повлиять остатки катализатора в стержне, которые сильно адсорбируют влагу из воздуха, результатом чего может быть потеря прочности. Для очистки стержня от остаточного амина следует произвести продувку сжатым воздухом.

Представленные результаты исследования прочностных свойств ХТС позволили заключить:

1. Оптимальным катализатором для продувки стержней является диметилэтиламин, который обеспечивает высокую прочность и максимальную производительность стержней.

2. Для достижения максимальных показателей по прочности ХТС смесей с продувкой газовым катализатором необходимо использовать формовочный песок при температуре 20 ± 2 °С.

3. Влажность стержневой смеси оказывает существенное влияние. Оптимальное содержание влаги в формовочных песках должно быть не более 0,05 %. Пески с более высокими показателями влажности резко ухудшают живучесть смеси.

Литература

1. Громов, Н. В. Современные связующие композиции для литейных стержней / Н. В. Громов, И. Д. Сагтаров // Молодежь и наука : сб. материалов VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section37.html/> – Дата доступа: 10.01.2013.
2. Жуковский, С. С. Новые литейные технологии для производства деталей автомобилей / С. С. Жуковский // Автомобиле- и тракторостроение в России : приоритеты развития и подготовка кадров : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Асоц. автомобил. инженеров, посвящ. 145-летию МГТУ «МАМИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mami.ru/science/mami145/scientific/article/s06/s06_02.pdf/ – Дата доступа: 20.12.2012.

МАКРОСТРУКТУРА ОБРАЗЦОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ОСАЖИВАНИЯ

А. И. Сафанович, И. И. Макасеvская

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

Научный руководитель С. Б. Сарело

Известно, что при статическом деформировании образцов свободной осадкой между плоско-параллельными плитами, между торцами образца и плитами возникают силы трения, которые направлены в сторону, противоположную направлению течения, т. е. по радиусу от периферии к центру. Эти силы трения обуславливают возникновение в осаживаемом образце объемно-напряженного состояния. Так как действие касательных напряжений, вызванных силами трения на контактных плоскостях, распределено по высоте осаживаемого образца неравномерно, то объемно-напряженное состояние и течение металла при осадке являются неравномерными. Внешне эта неравномерность проявляется в том, что после осадки цилиндрические образцы приобретают бочкообразную форму, причем характер и мера этой бочкообразности в сильнейшей степени зависят от отношения диаметра к высоте осаживаемого образца.

Исследование распределения деформаций по сечению образца, проходящему через его ось, проведенное при анализе макрошлифов, приготовленных из осаживаемых образцов, позволяет установить, что при начальном отношении $d_0/l_0 = 0,5$ в образце наблюдается три зоны деформации (рис. 1 и 2).

Зоны, прилегающие к торцам, деформируются очень незначительно. Макроструктура в этих зонах имеет параллельно-полосчатый характер, подобный на структуру недеформированного образца. Зона 1 имеет форму конусов с углом при вершине около 90 градусов (рис. 1, а). При увеличении степени деформации конусы постепенно сближаются и при встрече вершин начинают деформироваться (рис. 1, в). Зоны 1 как бы расклинивают находящуюся между ними зону 2, деформация в которой является наиболее интенсивной. В области раздела первой и второй зон металл последней как бы обтекает первую зону и стремится выйти на контактную плоскость, что хорошо подтверждается рассмотрением микроструктуры осаживаемого образца.

Набеганию боковой поверхности на контактную способствуют бочкообразность образца в процессе осадки. На рис. 3 видно, что при движении бойка по стрелке А точки «а» и «в» будут стремиться расположиться на уровне поверхности бойка.

В зоне 3 деформация носит сравнительно равномерный характер: полосы макроструктуры несколько искривлены, копируя боковую поверхность образца, но эквидистантны друг другу. Интенсивность деформации в зоне 3 занимает промежуточное значение между двумя первыми. С увеличением степени осадки величина зоны 3 уменьшается.

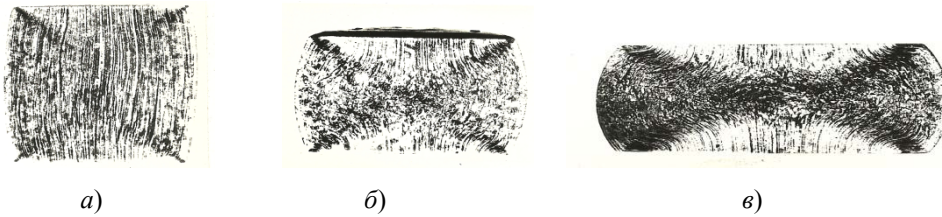


Рис. 1. Макроструктура образцов из стали 45 при статическом осаживании:
 $a - \varepsilon = 30 \%$; $b - \varepsilon = 38,7 \%$; $v - \varepsilon = 54 \%$

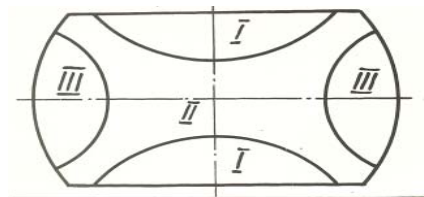


Рис. 2. Зоны деформации при осадке образцов со скоростью $V_0 = 200$ и 320 м/с

При скоростях деформирования свыше 100 м/с характер течения металла резко изменяется. Осаженный со скоростью 100 м/с и небольшими степенями деформации образец почти сохраняет цилиндрическую форму. На макрошлифе не наблюдается зон деформации, а волокна параллельны друг другу и свободной поверхности образца, что говорит о сравнительно равномерной деформации. С увеличением степени осадки начинает проявляться неравномерность деформации. На рис. 4, б, где показан макрошлиф образца, осаженного со скоростью $V_0 = 100$ м/с и степенью деформации $\varepsilon = 38,7 \%$, у неподвижного торца начинает появляться зона торможения. При степени осадки $\varepsilon = 57,5 \%$ (рис. 4, в) зона торможения у неподвижного торца просматривается вполне отчетливо, она похожа на зоны I статически осаженного образца. Здесь, также как и при статическом осаживании, происходит переход боковой поверхности на контактную. Отсюда можно сделать вывод, что влияние скорости деформирования вплоть до $V_0 = 100$ м/с на изменение макроструктуры у неподвижного торца сказывается незначительно. По-видимому, силы контактного трения у неподвижного торца изменяются сравнительно мало, у ударяемого торца выход боковой поверхности на контактную отсутствует. Увеличение торцевой поверхности осуществляется за счет течения металла относительно плоскости инструмента, что в дальнейшем будет подтверждено исследованием микроструктуры осаженных образцов. Зона торможения у ударяемого торца почти отсутствует, а зоны II и III практически слились. Волокна макроструктуры вдоль всего ударяемого торца перпендикулярны торцу образца.

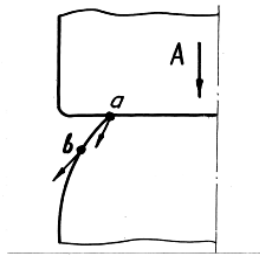


Рис. 3. Схема, отражающая явление набегания боковой поверхности на контактную

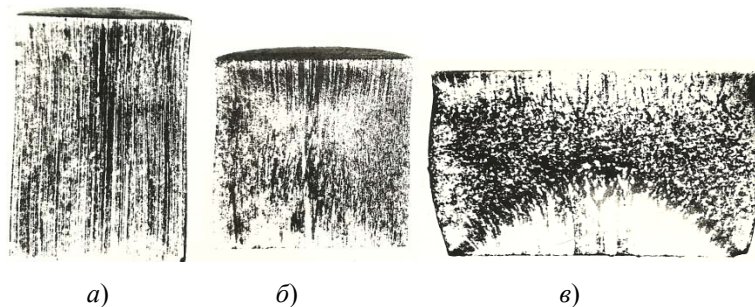


Рис. 4. Макроструктура образцов из стали 45, осаженных со скоростью $V_0 = 100$ м/с: а – $\varepsilon = 21$ %; б – $\varepsilon = 38,7$ %; в – $\varepsilon = 57,5$ %

При осаживании образцов с начальной скоростью деформирования $V_0 = 200$ м/с на макрошлифах (рис. 5) видно, что на ударяемом торце волокна изогнуты в сторону, противоположную изгибу волокон при статическом осаживании. Волокна макро-структуры образцов, осаженных до степеней $\varepsilon = 30$ и $38,7$ %, сравнительно хорошо копируют форму боковой поверхности (рис. 5, а и б). Зон деформации не наблюдается. С увеличением степени деформации на макрошлифе все отчетливее начинают вырисовываться две зоны (рис. 5, в). Одна зона имеет форму параболоида вращения с основанием на ударяемом торце, вторая зона опоясывает первую и занимает весь остальной объем образца (рис. 6). Наиболее интенсивная деформация в первой зоне идет у основания параболоида (на ударяемом торце образца), при удалении же от ударяемого торца интенсивность деформации первой зоны уменьшается. Больше всего при этом деформируется область раздела первой и второй зон, волокна макро-структуры здесь наиболее искривлены.

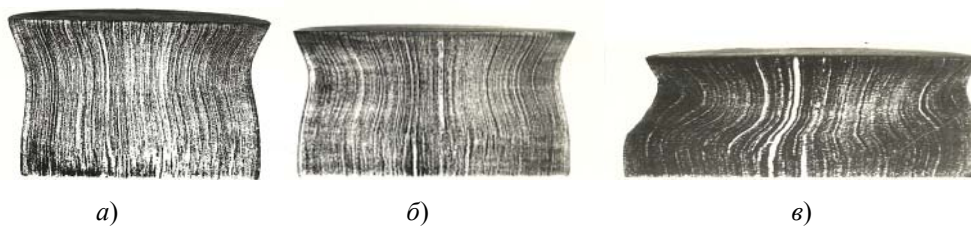


Рис. 5. Макроструктура статически осаженных образцов из стали 45: а – $\varepsilon = 32,6$ %; б – $\varepsilon = 50,8$ %; в – $\varepsilon = 60$ %

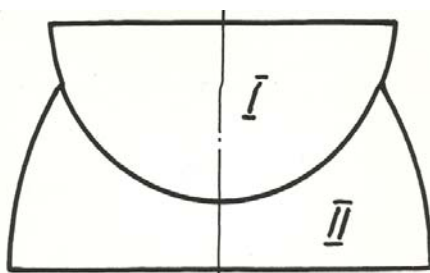


Рис. 6. Зоны деформации при осаживании цилиндрических образцов

Неравномерность деформации при высокоскоростном осаживании можно существенно уменьшить, используя инструмент с повышенной шероховатостью контактных поверхностей. При этом значительно возрастают силы контактного трения, которые препятствуют свободному перемещению частиц металла относительно контактных поверхностей инструмента. Это приводит к появлению ярко выраженного объемного напряженного состояния и повышенному расходу энергии для получения таких же степеней осадки, как и при осаживании образцов инструментом с полированными контактными поверхностями. Пробные эксперименты, показали, что применение инструмента с различной шероховатостью контактных поверхностей позволяет получить при высокоскоростной осадке ($V_0 = 90\text{--}340$ м/с) не только цилиндрические образцы, но и образцы, имеющие бочкообразную форму.

Заключение

1. Установлено, что при скоростях осаживания $V_0 = 100\text{--}320$ м/с деформация образцов носит ярко выраженный неравномерный характер как по длине образца, так и во времени.

2. С помощью скоростного фотографирования установлено, что при осаживании со скоростями $V_0 > 100$ м/с нельзя пренебрегать процессом распространения пластических деформаций в образце.

3. Показано, что с увеличением скорости деформирования при высокоскоростном осаживании (при прочих равных условиях) неравномерность распределения деформаций по объему образца возрастает.

4. Плоские до деформации сечения при скоростях осаживания свыше 150 м/с претерпевают значительные изменения, поэтому при анализе процессов высокоскоростного деформирования к гипотезе плоских сечений следует подходить очень осторожно.

5. С помощью макроструктурного анализа исследована картина течения металла при осаживании со скоростями $V_0 = 100\text{--}320$ м/с.

6. Установлено, что при осаживании со скоростями $V_0 = 200\text{--}320$ м/с в образце образуются в образце две зоны деформации, в области раздела которых чаще всего происходит разрушение образца.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ ОБЖАТИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУПРОДУКТОВ

М. В. Оборов

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Вопросы, связанные с выбором величины обжатий и распределением их по проходам, имеют первостепенное значение для производительности стана и качества проката. Величина обжатий определяется условиями захвата, пластичностью металла, прочностью валков и деталей стана, мощностью привода.

Режим обжатий должен удовлетворять следующим требованиям:

- получение проката заданной формы, размеров и качества;
- отсутствие перегрузок электродвигателей главного привода и превышение допустимых усилий прокатки;
- обеспечение нормальных условий захвата раската валками;
- минимальная продолжительность цикла прокатки.

Рациональные режимы обжатий и схема прокатки достигаются в результате сопоставительного анализа нескольких вариантов с учетом технических возможностей стана и экономических показателей.

Основными факторами, ограничивающими величину обжатий, являются пластичность металла, условия захвата металла валками, мощность привода и прочность оборудования (как правило, прочность валков).

Рассмотрим условия захвата металла валками.

За счет поступательного движения полосы и неизбежной шероховатости контактных поверхностей полосы и валков при определенных условиях полоса захватывается валками и втягивается в межвалковое пространство.

Центральным углом между линией, соединяющей центры валков, и радиусом, проходящим через точку соприкосновения контактирующей поверхности полосы с валками, носит название угла захвата. При этом со стороны валков действуют нормальные N и касательные $T = N \cdot f$ силы, приложенные к полосе через ее контактирующие грани (рис. 1).

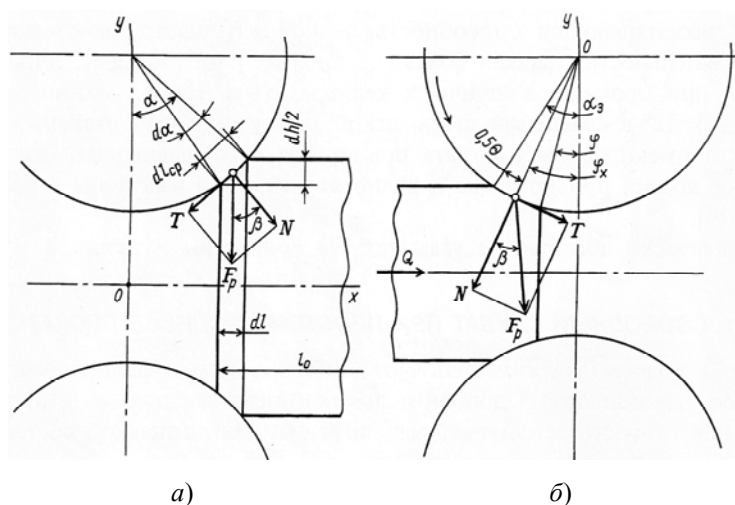


Рис. 1. Схема сил при свободном (а) и принудительном (б) захвате полосы валками

Захват полосы валками может произойти при условиях, когда втягивающие усилия преобладают над выталкивающими. Поскольку угол между нормальной силой N и равнодействующей F_p равен углу трения β , то из рис. 1, *a* непосредственно следует [1]:

$$\beta \geq \alpha. \quad (1)$$

Работа сил трения в момент захвата должна преобладать над работой пластической деформации объема металла, ограниченного дугой контакта:

$$dA_f \geq dA_d. \quad (2)$$

Работа сил трения в момент захвата полосы равна:

$$dA_f = 2 \cdot p \cdot f_3 \cdot b \cdot dl_{cp} \cdot dl_{cp}. \quad (3)$$

Работа пластической деформации на основании известной формулы С. Финка равна:

$$dA_d = p \cdot V \cdot \frac{dh}{h} = p \cdot b \cdot h \cdot dl \cdot \frac{dh}{h}. \quad (4)$$

После подстановки полученных значений в (2), на основании рис. 1, *a*, получим:

$$2 \cdot f_3 \geq \sin 2\alpha. \quad (5)$$

В таком приближении, принимая $f = \check{\beta}$, $\sin 2\alpha = 2 \cdot \check{\alpha}$, получим $\beta \geq \alpha$.

Таким образом, для устойчивого захвата металла валками угол захвата не должен превышать угла трения.

На практике захват металла валками всегда происходит при наложении на полосу дополнительных внешних сил. Такими силами являются усилия прижатия полосы к валкам от предыдущей клетки или рольганга, от задающего устройства, а так же сила инерции движущейся полосы. Рассматриваемый процесс захвата полосы валками называют принудительным, при этом схема сил, действующих при захвате, будет включать в себя, помимо втягивающих и выталкивающих сил, так же инерционную силу ($Q_{ин}$) или заталкивающую силу (Q).

Под действием заталкивающей силы происходит смятие и истирание передних кромок полосы. На образовавшейся контактной поверхности возникают силы трения T , стремящиеся втянуть металл в межвалковое пространство, и силы нормального давления N (рис. 1, *б*).

Образование площадок смятия облегчает условия захвата, так как положение точки приложения равнодействующих сил нормального давления и трения смещает к линии центров валков.

Для осуществления захвата необходимо, чтобы сумма горизонтальных проекций сил, способствующих захвату, была равной или превышала сумму проекций сил, препятствующих захвату, т. е. граничным условием является:

$$0,5Q + T_x = N_x. \quad (6)$$

Так как

$$T = f_3 \cdot N, \text{ а } T_x = f_3 \cdot N \cdot \cos \varphi \text{ и } N_x = N \cdot \sin \varphi, \quad (7)$$

то получаем

$$0,5Q + f_3 \cdot N \cdot \cos \varphi = N \cdot \sin \varphi, \quad (8)$$

где f_3 – коэффициент трения металла и валков при захвате; φ – переменный угол, характеризующий положения сил N и T .

Разделив выражение на $N \cdot \cos \varphi$ и заменив $\varphi = \alpha - 0,5 \cdot \theta$ и $f_3 = \operatorname{tg} \beta_3$, будем иметь:

$$\operatorname{tg}(\alpha - 0,5 \cdot \theta) = \operatorname{tg} \beta_3 + \frac{Q}{2N \cdot \cos(\alpha - 0,5 \cdot \theta)}, \quad (9)$$

где α – угол захвата; θ – угол смятия передних кромок полосы; β_3 – угол трения при захвате.

Полученное уравнение является общим для любых случаев захвата [2].

Величина заталкивающего усилия определяется по формуле

$$Q = \frac{p \cdot b_{\text{cp}} \cdot R \cdot (\tilde{\alpha} - \beta_3)^2}{\cos \beta_3}, \quad (10)$$

где p – удельное давление на площадке контакта; R – радиус валка; b_{cp} – средняя ширина раската.

Если сила прижатия равна нулю, то из уравнения (10) следует, что:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta_3, \quad (11)$$

или

$$\alpha = \beta_3. \quad (12)$$

При заданном усилии подпора достигаемый угол захвата:

$$\tilde{\alpha}_3 \leq \tilde{\beta}_3 + \sqrt{\frac{Q}{p \cdot b \cdot R} \cdot \cos \beta_3}. \quad (13)$$

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод, что принудительный захват металла валками является важным критерием при определении обжатий и зависит не только от коэффициента трения и усилия подпора, но также от основного параметра стана – рабочего радиуса валков, ширины раската и сопротивления металла деформированию.

Литература

1. Зайков, М. А. Процесс прокатки / М. А. Зайков, В. П. Полухин. – М. : МИСИС, 2004. – С. 106.
2. Чекмарев, А. П. Принудительный захват металла валками при прокатке / А. П. Чекмарев, П. В. Фирсов // Обработка металлов давлением : сб. науч. работ. – Вып. 4. / ДметИ. – М. : Металлургиздат, 1956. – С. 32–39.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИТОВ
МЕДЬ-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ**

Я. М. Орловская

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

Научный руководитель В. А. Ковтун

Углеродные нанотрубки и в целом наноструктуры призваны сыграть значимую роль в экономике наступившего века. Интерес к наноструктурным материалам вызван перспективным прикладным значением для многих отраслей народного хозяйства: промышленности, сельского хозяйства, энергетики, специальной техники и др. [1], [2].

Актуальной задачей является улучшение триботехнических характеристик и физико-механических свойств антифрикционных композиционных материалов, используемых в узлах трения. С этой целью в данные материалы вводятся многочисленные добавки в различной концентрации, снижающие коэффициент трения и интенсивность изнашивания.

Обладая механическими свойствами, сопоставимыми со свойствами литых материалов, порошковые материалы имеют более лучшую прирабатываемость, более низкий коэффициент трения и большую износостойкость. Детали из этих материалов обладают свойствами самосмазывания и саморегулирования подачи смазки в зону трения [3].

Одним из перспективных наполнителей, повышающим триботехнические характеристики порошковых материалов, являются наноструктуры углерода. Путем введения наноструктур углерода различной формы, в частности углеродных нанотрубок (УНТ) и луковичных наноструктур углерода (ЛНУ), представляется возможным значительно повысить износостойкость композиционных материалов [4]–[7].

В качестве материала матрицы износостойких композитов триботехнического назначения, получаемых методом электроконтактного спекания, использовали порошок меди электролитический ПМС-1 ГОСТ 4960–75. В качестве комбинированного углеродного наноструктурного наполнителя (КУНН) использовали смесь, состоящую из 20 % УНТ и 80 % ЛНУ, полученную при пиролизе ароматических углеводородов.

Материалы получали методом электроконтактного спекания с использованием модернизированной машины контактной сварки МШ 3207.

В качестве объекта исследования выступали композиционные износостойкие материалы на основе медной матрицы с содержанием углеродного наноструктурного наполнителя от 0,01 до 0,1 мас. %.

Приготовление порошковых композиций при создании материала осуществляли путем механоактивации составляющих компонентов в опытном устройстве для смешивания и активации порошковых материалов в течении 60 мин.

Механические испытания композиционных материалов на основе систем «медь–УНТ» и «медь–ЛНУ» показали, что композиты с трубчатыми наноструктурами углерода по сравнению с композитами, содержащими луковичные наноструктуры углерода, имеют более высокие значения разрушающего напряжения при сжатии (рис. 1). Как видно, прочность композита медь–УНТ незначительно возрастает при увеличении содержания наполнителя до 0,07 мас. %. В то же время необходимо отметить интенсивное снижение прочности композита медь–ЛНУ при дальнейшем увеличении содержания наполнителя в составе материала.

Результаты триботехнических испытаний спеченных антифрикционных материалов на основе медной матрицы и КУНН представлены на рис. 2.

На рис. 3 представлена зависимость изменения разрушающего напряжения при сжатии порошковых композиционных материалов на основе систем «медь–КУНН» в от содержания нанонаполнителя.

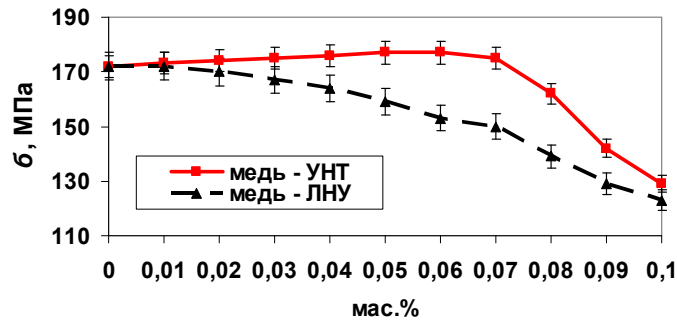


Рис. 1. Зависимость разрушающего напряжения при сжатии порошковых композиционных материалов медь–УНТ и медь–ЛНУ от содержания наполнителя

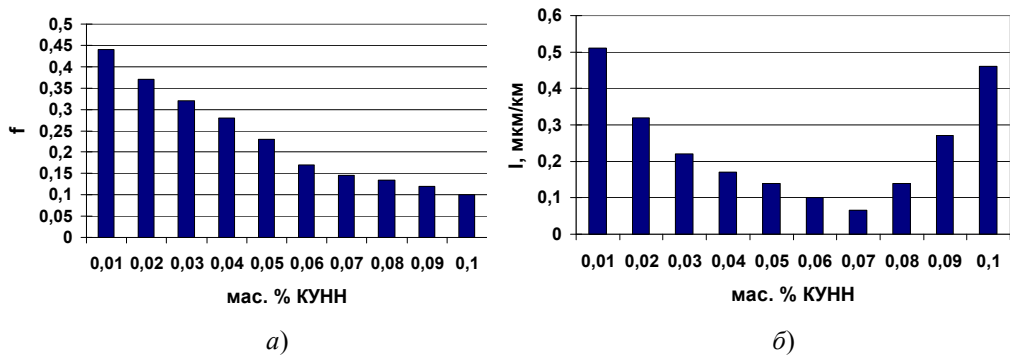


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения (а) и интенсивности изнашивания (б) порошкового износостойкого композиционного материала медь–КУНН от содержания КУНН

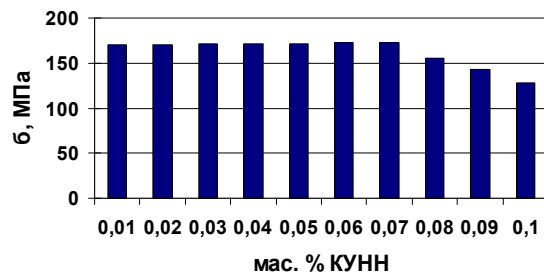


Рис. 3. Зависимость разрушающего напряжения при сжатии порошковых композиционных материалов медь–КУНН от содержания КУНН

Исследования физико-механических и триботехнических свойств износостойких материалов от содержания в них КУНН показали, что наиболее оптимальным является применение 0,06–0,07 мас. % КУНН. При этом обеспечиваются интенсив-

ность изнашивания 0,06...0,07 мкм/км при коэффициенте трения, равном 0,14, предел прочности при сжатии 165...170 МПа.

Как известно, изнашивание поверхностей деталей возникает под действием трения и зависит от материалов деталей, качества обработки их поверхностей, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей, их температур и других факторов.

Основываясь на этом, было сделано предположение о вероятном механизме работы КУНН в износостойком композиционном материале в процессе сухого трения. Вероятно, частицы углеродного наноструктурного наполнителя в процессе трения по мере изнашивания материала выходят из междендритного пространства на поверхность трения композиционного материала. В дальнейшем наноструктуры углерода, попадая между участками контактирующих поверхностей трения композиционного материала и контртела, препятствуют процессу образования металлических связей и схватыванию между частицами композиционного материала и контртела.

В подтверждение данного предположения были проведены исследования продуктов износа износостойкого композиционного материала на основе медной матрицы и КУНН (рис. 4).

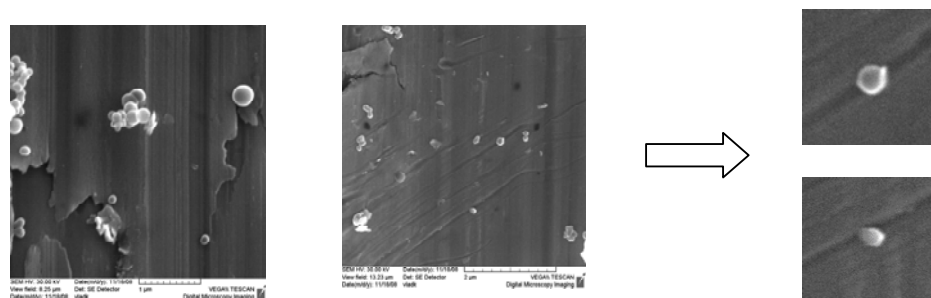


Рис. 4. Поверхность частиц продуктов износа композиционного материала на основе порошковой системы «медь–КУНН»

Снижение интенсивности изнашивания обеспечивается специфическим движением наноструктур углерода по поверхности трения материала. На основании результатов микроструктурных исследований можно предположить, что частицы КУНН перемещаются по поверхности трения износостойкого материала в бороздах, образуемых ими под действием нагрузок и сил трения, что способствует снижению коэффициента трения.

Сравнение свойств разработанных и традиционно используемых в машиностроении порошковых антифрикционных материалов на медной и бронзовой матрицах в узлах «сухого» трения показало, что новые получаемые электроконтактным спеканием материалы на основе механоактивированных смесей порошков меди и наноструктур углерода обладают в 1,5–2 раза более низкой интенсивностью изнашивания и на 30–50 % более высоким пределом прочности при сжатии.

Литература

1. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнологию / Ю. И. Головин. – М. : Машиностроение, 2003. – 112 с.
2. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ / ред. В. А. Белого, К. Лудемы, Н. К. Мышкина. – М. : Машиностроение, 1993. – 454 с.
3. Материалы антифрикционные порошковые на основе меди. Марки: ГОСТ 26719–85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Гос. ком. СССР по стандартам : Ин-т проблем материаловедения, 1986. – 11 с.
4. Processing of carbon nanotube reinforced aluminum composite / T. Kuzumaki [et al] // J. Mater. Res. – 1998. – Vol. 13, N 9. – P. 2445–2449.

5. Processing of ductile carbon nanotube/C60 composite / T. Kuzumaki [et al] // Mater.Trans. – 1998. – Vol. 39, N 5. – P. 574–577.
6. Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications / Ed. by A.S. Edelstain, C. Cammarata. – Institute of Physics Publ., Bristol and Philadelphia, 1996. – 360 p.
7. Ковтун, В. А. Наноструктуры углерода: свойства и перспективы применения в порошковых композиционных материалах триботехнического назначения / В. А. Ковтун, В. Н. Пасовец // Трение и износ. – 2006. – Т. 27, № 2. – С. 206–215.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИВУЧЕСТИ ХОЛОДНО-ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ

А. А. Синицкий

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

Научный руководитель И. Б. Одарченко

Cold-box-amin-процессполучения литейных стержней и форм достаточно хорошо известен и область его применения распространяется на все виды отливок из серого чугуна, ВЧ, стали, цветных сплавов. Для обеспечения высоких показателей качества стержней разрабатываются новые связующие композиции [1].

Одним из принципиальных технологических параметров смеси является показатель «живучести». В работе представлены результаты исследования живучести стержневой смеси, используемой на ЗАО «Гомельский ВЗЗ», для получения литейных форм под отливку «Колодка», с применением связующей системы «полиуретановая смола→полиизоционат→диметилэтиламин» (в качестве катализатора реакции).

Известно, что живучесть – это один из важных показателей смеси, особенно, когда смеситель не входит в стержневой комплекс и есть необходимость в хранении смеси. Живучесть смеси характеризует период времени ее хранения, при котором снижение прочности отвержденных образцов не будет превышать 30 % [2].

В процессе исследования для определения живучести были изготовлены образцы с различным составом связующих компонентов. Прочность образцов измеряли через каждые 30 мин в течение 1,5 ч. На рис. 1 представлены данные по живучести смеси при разном содержании связующего и отвердителя.

В составах с превышением содержания связующего вещества над отвердителем (0,85–0,75) установлено повышение моментальной прочности смеси, но вместе с этим максимальная прочность понижается. В случае превышения содержания отвердителя над связующим веществом в составе смеси (0,75–0,85) установлено понижение моментальной прочности, которая может понизиться до состояния эластичности (при содержании ASKOCURE 666 выше 0,9 %). Максимальная прочность при этом остается без изменений. При равновесном содержании отвердителя со связующим веществом в составе смеси (0,8–0,8) достигается оптимальное соотношение живучести. Показатель прочности при этом характеризуются приемлемым для данного для данного типа стержней значением (230–300 Н/см²).

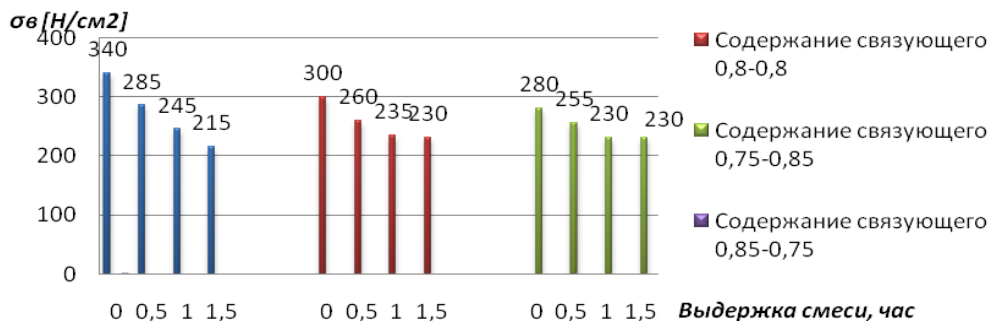


Рис. 1. Живучесть смеси при разном содержании связующего и отвердителя

Известно, что живучесть ХТС смесей зависит от показателя рН смеси. Управление степенью щелочности смеси, позволяет получить заданные параметры отверждения. Степень влияния щелочности смеси на ее живучесть представлена на рис. 2. Были изготовлены образцы из смесей с показателем рН 7,2 и 9,1. Живучесть смеси определялась в течение 5 ч с интервалом в 1 ч. На рис. 4 показано влияние щелочности смеси на ее живучесть.

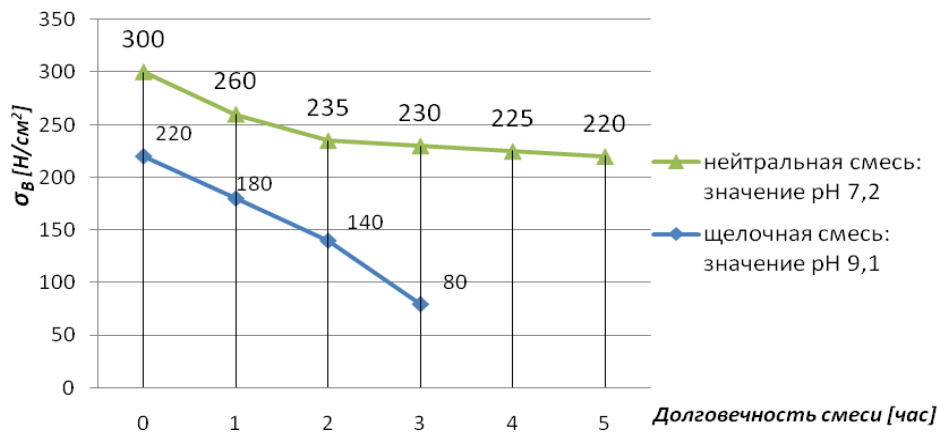


Рис. 2. Влияние щелочности смеси на ее живучесть

График наглядно показывает, что повышение водородного показателя (рН) смеси негативно влияет на прочность, которая снижается практически в 3 раза, более того долговечность смеси уменьшается на более чем 60 %, что позволяет сделать вывод о необходимости поддержания рН смеси на нейтральном уровне (рН = 7,2).

На живучесть стержневой смеси также большое влияние оказывает влажность кварцевого песка. Произведено исследование влияния влажности песка на прочностные характеристики и живучесть смеси.

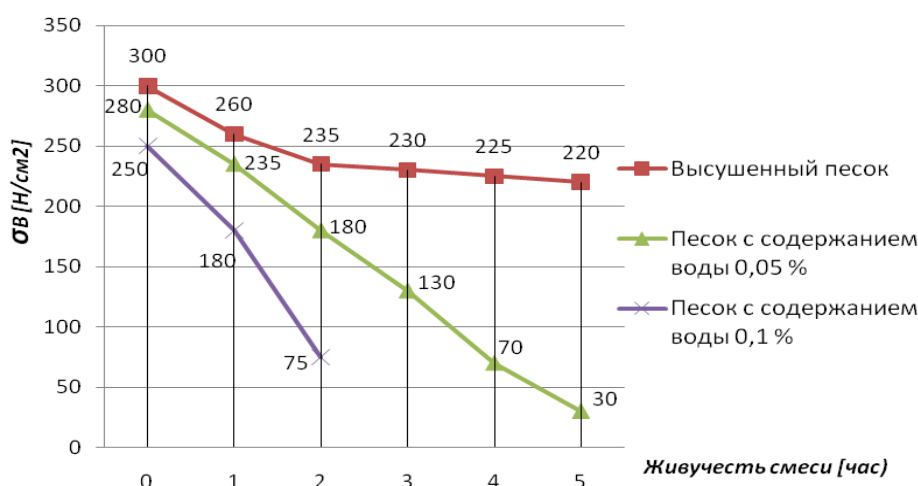


Рис. 3. Влияние влажности песка на конечную прочность и живучесть смеси

Как видно из графика, сухая смесь обладает достаточной живучестью, так как за отведенный период ее прочность снижается незначительно. Смесь с содержанием воды 0,05 % устойчиво теряет свою прочность, и как следствие, живучесть. Смесь же с содержанием воды 0,1 % характеризуется стремительной потерей прочности и наглядно демонстрирует негативное влияние воды на живучесть смеси.

Это можно объяснить тем, что молекула воды потребляет группу изоцианатов. И как следствие, эта группа изоцианатов уже не участвует в отверждении смолы. При отверждении, максимальный уровень прочности не достигается, в результате чего прочность стержней сильно падает или сводится почти к нулю. На практике это означает, что даже 0,2 % воды в кварцевом песке оказывают отрицательное влияние на процесс отверждения и тем самым на качество стержней [3].

В ходе проведенного исследования для определения живучести холодно-отверждающей смеси было выявлено следующие закономерности:

1. Оптимальное значение живучести смеси для рассмотренной технологии достигается, при равновесном содержании отвердителя со связующим веществом в составе смеси (0,8–0,8).
2. Применение смеси с нейтральным водородным показателем pH позволяет обеспечить достаточную прочность и долговечность смеси, и как следствие, живучесть.
3. Вода оказывает отрицательное влияние на процесс отверждения смеси, поэтому для получения необходимого значения живучести следует применять сухую смесь с уровнем влажности 0 %.

Литература

1. Актуальные разработки связующих систем Cold-Vox для изготовления стержней фирмы «FURTENBACH GmbH» / А. Х. Псимонос [и др.].
2. Голотенков, О. Н. Формовочные материалы : учеб. пособие / О. Н. Голотенков. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 164 с.
3. Технология и оборудование для производства стержней Cold-box амин : учеб. пособие / Д. А. Кугин [и др.]. – Минск : Новое Знамя, 2007. – 352 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS CFX ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА РОТАЦИОННОЙ ПЕЧИ

Я. И. Радькин

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

Научные руководители: Т. М. Заяц, Л. Е. Ровин

Работа посвящена описанию технологии оценки характеристики ротационной печи для переработки диспергированных отходов на газовом топливе с использованием методов вычислительной гидродинамики.

Современная вычислительная гидродинамика занимается разработкой таких актуальных направлений, как расчет движений вязкой жидкости, численное исследование течений газа с физико-химическими превращениями, изучение распространения ударных волн в различных средах.

В наиболее общем случае для задачи газовой динамики требуется решить систему из четырех независимых уравнений, которая носит название системы уравнений Навье-Стокса: Уравнение неразрывности (сохранения массы), Уравнение количества движения (сохранения импульса), Уравнение энергии (сохранения энергии), Уравнение состояния.

Система уравнений Навье-Стокса образуют законченную математическую модель поведения жидкости (газа), детально и строго описывающую практически весь спектр течений.

Проведено численное моделирование аэродинамических процессов с учетом химических реакций. Расчетная область представляет собой рабочее пространство печи с полной загрузкой и газо-воздушной горелкой. Основным топливом является метан, в качестве окислителя применяется воздух в соотношениях 1/10. Диаметр горелки 280 мм, расход смеси 750 м³/ч.

В исследовании моделировались следующие процессы: горение газо-воздушной смеси, турбулентность в реагирующей среде, движение газового потока и лучистый теплообмен.

Была создана трехмерная геометрическая модель печи и сгенерирована расчетная сетка (290665 элементов (рис. 1)), после чего были заданы граничные условия.

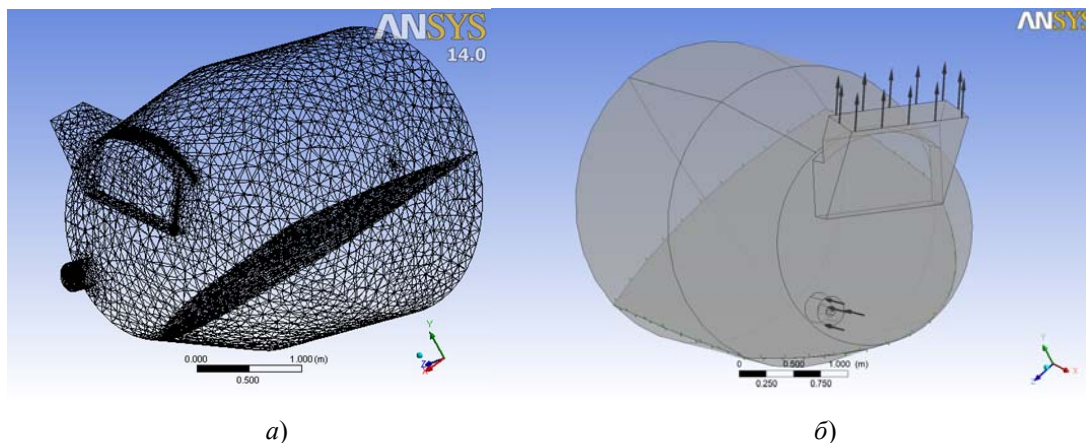


Рис. 1. Постановка задачи: а – расчетная сетка 290665 элементов;
б – расчетная область

В качестве граничных условий были заданы объемные расходы топлива и окислителя на входе, а выходе из печи задан параметр свободного выхода (давление 101325 Па и температура 20 °С), для стенки был задан параметр адиабатическая стенка с учетом поверхностных напряжений трения. Шихтовой материал (окалина) задан как пористое тело.

Выбор в качестве граничных условий составляющих скорости (или объемного расхода) и статического давления на выходе является наиболее устойчивым для решения уравнений. Кроме того, для повышения устойчивости расчета было использовано граничное условие «свободный выход – Open», которое является менее жестким, чем условие «выход (принудительный) – Outlet».

Для течения использовалась k -я модель турбулентности, она зарекомендовала себя в задачах сильной кривизной линии тока, модель справедлива для полностью развитого турбулентного течения, т. е для высоких чисел Рейнольдса.

Для моделирования горения применялась модель Модель распада вихрей EDM, в основе которой лежит предположение о том, что химические реакции очень быстро переводят реагирующую смесь в равновесное состояние, скорость горения тогда лимитируется временем смешивания топлива и окислителя.

Согласно этой модели для инициации процесса горения достаточно, чтобы горючее и окислитель (обычно воздух) находились в одном контрольном объеме. Если предположить, что все компоненты реагирующей смеси смешиваются одинаково, то можно следить только за одной скалярной переменной, называемой переменной смешивания. Вычисляя эту величину, можно определить соотношения компонентов смеси.

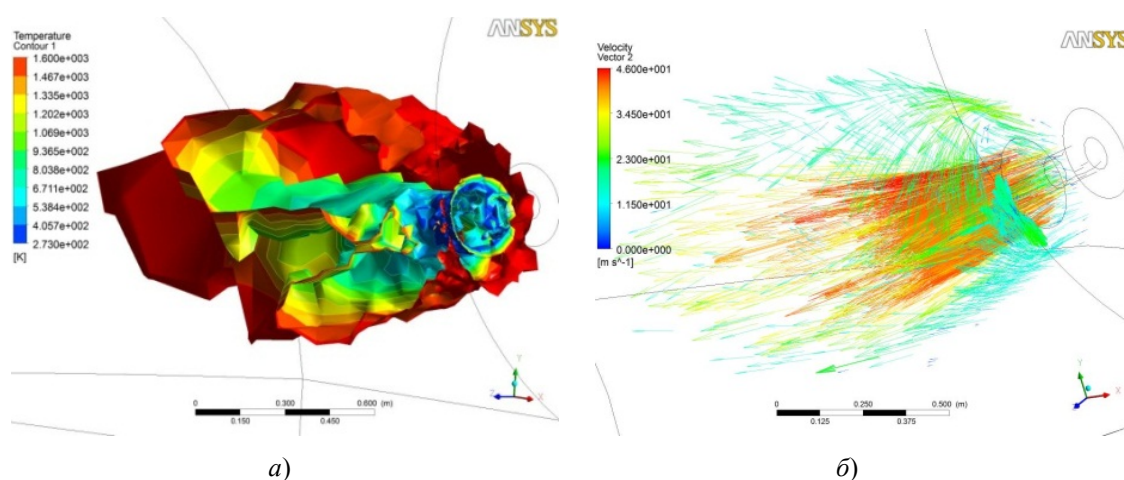


Рис. 2. Результаты моделирования процессов горения:
a – структура турбулентного потока при горении; *б* – вектора линий тока на выходе из горелки

При горении смеси наблюдается увеличение скорости и турбулентности потока за счет увеличения объема и температуры смеси.

Результатами численного моделирования являются поля температур, скоростей, давлений, траектории движения потока, концентрации топлива, окислителя, продуктов реакции, а также конвективные и лучистые потоки.

Исходя из структуры потока в пространстве печи (рис. 3, *a*), можно заметить, что наблюдается петлеобразное движение газа, при котором нагретый поток будет вдвое больше находиться в рабочей зоне, увеличивая эффективность работы установки.

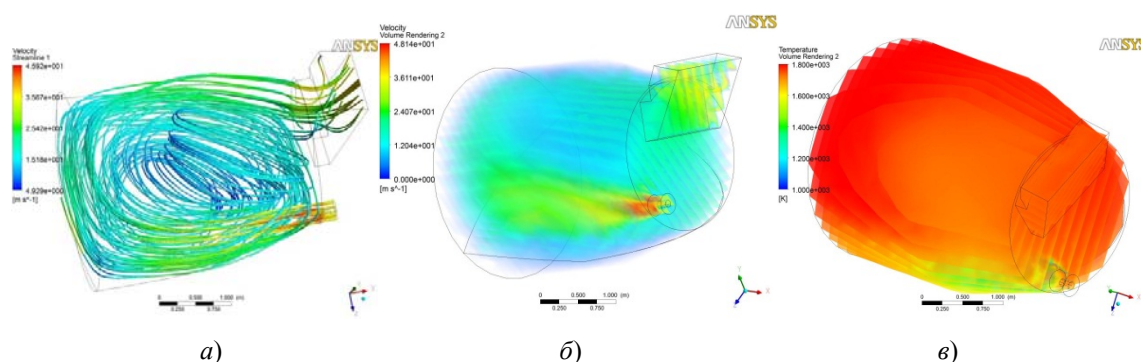


Рис. 3. Некоторые результаты по численному моделированию: *a* – структура течения потоков в печи; *б* – поля скоростей в объеме печи; *в* – поля температур в объеме печи

Скорость потока на входе составляет 35 м/с, на выходе из печи 19 м/с (рис. 3, *б*) снижение скорости происходит за счет уменьшения объема газо-воздушной смеси при ее остывании. Также можно увидеть распределение температур в объеме печи (рис. 3, *в*).

Компьютерное моделирование позволяет оптимально выбрать соотношения сечений входного и выходного отверстий, а также рационально определить расход газо-воздушной смеси, расположение горелки, для наиболее эффективной работы агрегата.

Благодаря использованию пакетов прикладных программ для исследования течения потоков и теплообмена, возможно, найти решения для улучшения эффективности работы различных установок, оценить эффективность разработанных конструкций и целесообразность их использования.

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ НАГРЕВ И СТАРЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЛОЧЕНИИ

Ю. В. Бруевич

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Согласно дислокационным представлениям вся работа внешней силы затрачивается на увеличение потенциальной энергии тела и его разогрев. Результаты расчетов показывают, что только около 10 % работы пластической деформации аккумулируется в металле для создания дефектов кристаллической решетки, около 90 % превращается в тепловую энергию и уносится с металлом. При этом температура металла значительно повышается, что обуславливает некоторые отрицательные последствия. С точки зрения технологии волочения повышение температуры приводит к изменению свойств смазки, ухудшению условий прохождения ее через очаг деформации, частичному выгоранию, изменению свойств подсмазочного слоя, а с точки зрения качества повышенный температурный фон вызывает интенсивное развитие процессов динамического и статического старения углеродистых сталей, ответственных за повышение сопротивления деформации и снижение пластичности. Поэтому контроль температуры и ее ограничение – обязательные условия процесса волочения.

Старением называют изменение свойств сплавов с течением времени. В результате старения изменяются физико-механические свойства. Прочность и твердость повышаются, а пластичность и вязкость понижаются. Старение может происходить при температуре 20 °С (естественное старение) или при нагреве до невысоких тем-

ператур (искусственное старение). Естественным старением называют самопроизвольное повышение прочности (и уменьшение пластичности) закаленного сплава, происходящее в процессе его выдержки при нормальной температуре. Повышение прочности, происходящее в процессе выдержки при повышенных температурах, называется искусственным старением.

Различают два вида старения: термическое, протекающее в закаленном сплаве; деформационное (механическое), происходящее в сплаве, пластически деформированном при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Деформационное старение не связано с диаграммой состояния сплава и является изменением комплекса механических свойств железа и малоуглеродистой стали после холодной пластической деформации и последующей выдержки при комнатной и повышенных температурах (до 250 °С).

Применительно к сталям явление старения имеет два аспекта. С одной стороны, его развитие приводит к негативным последствиям, а именно: к снижению пластичности и показателей вязкости сталей, а также к определенной нестабильности во времени их свойств. С другой стороны старение используется как разновидность упрочняющей обработки.

Важное значение по предотвращению последствий деформационного старения имеют металлургические факторы производства. Низкое содержание примесей внедрения может быть обеспечено специальными способами выплавки стали. Другой фактор, благоприятно влияющий на пластичность стали, – это легирование ферритной матрицы элементами, снижающими энергию связи примесных атомов с дислокацией. Такими элементами являются никель, кобальт, титан и ванадий.

Для уменьшения влияния деформационного старения на свойства холоднодеформированной проволоки необходимо прежде всего снижение разогрева металла при волочении и создание условий для интенсивного теплоотвода по всему маршруту движения проволоки. Снижение скорости волочения – один из надежных способов уменьшения температуры волочения. Однако это соответственно снижает эффективность производства.

На практике температуру волочения снижают с помощью: снижения прочности проволоки, увеличения кратности за счет уменьшения частных обжатий, особенно на последних переходах; применением гидродинамических режимов смазки; эффективных мер охлаждения волок, барабанов и самой проволоки при выходе ее из последней волоки перед намоткой на катушку, увеличением времени нахождения проволоки на барабанах; применение роликовых волок.

В практике волочения эффект старения углеродистой стали вызывает падение пластических свойств проволоки и снижает ее технологичность при дальнейшей обработке в изделие, например металлокорд. Необходимо иметь доступные низкозатратные технологические способы снижения эффекта деформационного старения проволоки при волочении. В этой связи требуется провести исследования по поиску эффективных технологических способов падения пластических свойств проволоки от деформационного старения.

Поэтому в условиях ОАО «Белорусский Металлургический Завод» было проведено два эксперимента на действующем оборудовании – волочильном стане тонкого волочения НТ12.6:

1. Оптимизация действующего маршрута волочения состояла в предложении замены на 20-м переходе волочения одинарной волоки диаметром 0,370 мм на двоянную волоку, состоящую из двух последовательных волок диаметрами 0,377 и 0,370 мм. Переход на использование двоянных волок показал, что удельная обрывность при изготовлении металлокорда 4 +3х0,35UT снизилась в 2,7 раза (таблица).

Технологичность переработки проволоки $\varnothing 0,35$ УТ по вариантам

| Вариант маршрута | Действующий маршрут волочения данные за период с 05/08/10 по 13/08/10 | Оптимизированный маршрут волочения данные за период с 18/08/10 по 22/08/10 |
|--------------------------------------|---|---|
| Общая масса изготовленного корда, кг | 2,097 | 3,143 |
| Общее количество обрывов, шт. | 228 | 126 |
| Удельная обрывность, обр/т | 108,7 | 40,1 |

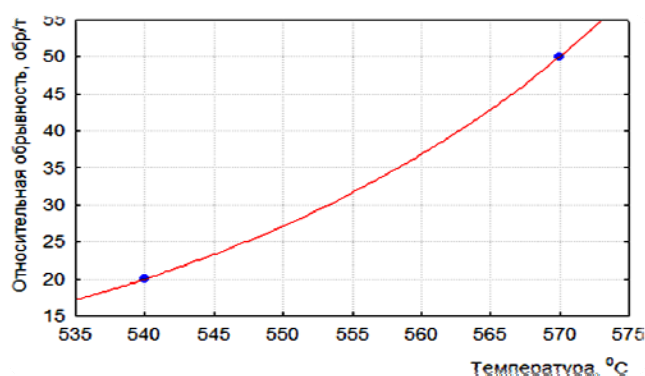


Рис. 1. Зависимость максимального значения относительной обрывности (обр/т) металлокорда 4+3х0,35УТ при свивке от максимальной температуры поверхности проволоки из стали 96 при волочении (°C)

2. Во втором промышленном испытании проволочная заготовка для стана использовалась одинаковая – диаметром 0,30НТ. Опытные образцы волочились 16 раз, но с различной скоростью: в первом скорость составляла 16 м/с, а во втором была снижена до 1 м/с. После каждого испытания были сняты параметры: отношение предела текучести к пределу прочности (σ_T/σ_B) и относительное удлинение (δ). Из полученных данных определено повышение пластических свойств проволоки после волочения σ_T/σ_B – с 0,95 до 0,55, δ – с 2,24 до 4 %.

Результаты эксперимента показали, что повысить пластические свойства металла проволоки в реальных производственных условиях без значительных материальных затрат можно путем использования рационального распределения обжатию проволоки в волоках и путем снижения скорости волочения.

Литература

1. Фетисов, В. П. Деформационное старение стали при волочении проволоки / В. П. Фетисов. – Минск, 1996.
2. Горловский, М. Б. Справочник волочильщика проволоки / М. Б. Горловский. – 1993.
3. Красильщиков, Р. Б. Деформационный нагрев и производительность волочильного оборудования / Р. Б. Красильщиков. – М. : Металлургия, 1970.
4. Перлин, И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин. – М. : Металлургия, 1956.

СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОВОЛОКИ

С. И. Прач

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Общая характеристика способа комплексной оценки качества проволоки:

Способ комплексной оценки качества проволоки основан на наличии связи между качеством готовой высокоуглеродистой проволоки и напряженным, деформационным, кинематическим, температурным состоянием проволоки в каждой волоке при ее многократном «тонком» волочении.

Схема общего вида стана тонкого многократного волочения стальной проволоки (левая катушка – размотка проволочной заготовки, правые крайние катушки – готовая тонкая проволока) представлена на рис. 1.

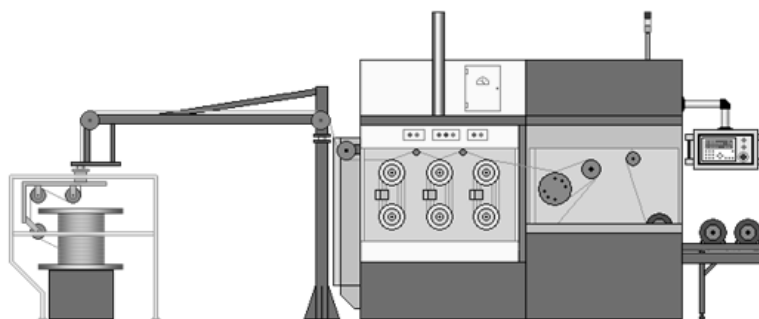


Рис. 1. Схема общего стана тонкого волочения

Общий вид основной зоны волочильного стана, в которой протягивается и пластически деформируется стальная проволока, представлен на рис. 2.

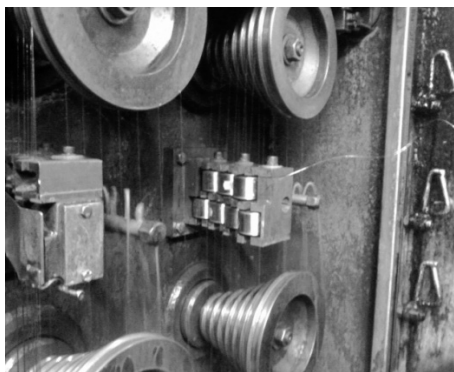


Рис. 2. Основная зона волочильного стана

Способ позволяет оптимизировать действующие и разрабатывать новые маршруты волочения с целью повышения качества проволоки, а также с целью повышения производительности волочения без потери качества проволоки.

Способ учитывает механические характеристики и количество углерода в проволочной заготовке, конструкцию и кинематику волочильных станков, определяет критические режимы волочения, приводящие к потере качества проволоки.

Способ основан на расчете новых маршрутов волочения или алгоритме расчета режимов «тонкого» волочения, обеспечивающих повышение технологичности свивки металлокорда из обрабатываемой волочением проволоки при сохранении нормальных режимов волочения.

Основные критерии оптимальных режимов волочения, обеспечивающие качественное и эффективное волочение и свивку проволоки:

Коэффициент запаса волочения, равный отношению предела текучести проволоки при деформации в волоке к напряжению волочения, 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 станов.

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 (другое название коэффициента износа волок) должна превышать число 0 и не превышать число 0,05. Исключение: первый переход волочения.

Максимальная мгновенная температура поверхности проволоки определяет запас пластичности проволоки и как следствие величину обрывности металлокорда, свиваемого из этой проволоки после волочения. Значение указанной температуры устанавливается из графика рис. 1 в зависимости от требуемой обрывности.

Основные этапы разработанного способа:

1. **Задаем исходные данные:** волочильное оборудование: волочильный стан «тонкого» волочения; 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: $\sigma_{в0}$, 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: $\sigma_{н0}$, МПа; максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок): m ; мощность двигателя привода волочильного стана, $N_{паспорт}$, кВт; коэффициент полезного действия привода волочильного стана: η ; коэффициент контактного трения в волоке: f ; паспортные кинематические вытяжки (μ_{ni}) для m волок; содержание углерода в проволоке в относительных единицах: c ; коэффициенты износа волок: $\beta = 0,01 \dots 0,05$; число витков проволоки на тяговом шкиве: v_{si} ; коэффициент трения скольжения между поверхностями проволоки и тяговых шкивов: f_s ; номера волок, в которых устанавливаются сдвоенные v_i ; соотношение диаметров в сдвоенных волоках: u_i ; диаметры тяговых шайб: D_{ni} .

2. **Расчет деформационно-кинематических параметров волочения:** диаметр проволочной заготовки для тонкого волочения; суммарная фактическая вытяжка; частные вытяжки; коэффициент износа; скорости волочения проволоки, м/с; линейные скорости вращения тяговых шайб, м/с; величины относительного скольжения; диаметры волок, мм; пределы прочности проволоки, МПа; средняя температура сечения проволоки и температура поверхности проволоки, °С.

3. **Расчет энергосиловых режимов волочения:** модули упрочнения проволоки, МПа; напряжения волочения, МПа; коэффициент запаса волочения; усилия волочения и усилия противонапряжения, Н; мощность волочения, кВт.

4. **Перерасчет основных параметров маршрута волочения** при введении сдвоенных волок или оптимизации маршрута волочения.

Пример расчета нового оптимального маршрута волочения ультравысокопрочной проволоки (УТ) диаметром 0,35 мм из стали 96, микролигированной хромом:

Расчет маршрута волочения проводится по представленному способу, предварительно задав исходные данные. В результате расчета получены значения основных параметров, которые сведены в общую таблицу.

В действующем маршруте волочения без сдвоенных волок, при скорости волочения 5 м/с все параметры находятся в допустимых пределах, за исключением максимальной температуры поверхности проволоки, равной 580 °С на 21-м переходе.

При введении в маршрут шести сдвоенных волок: при скорости волочения 5 м/с все параметры находятся в допустимых пределах, за исключением максимальной температуры поверхности проволоки, равной 570 °С на 25-й волоке. Таким образом, введение шести сдвоенных волок существенно не повысило качество получаемой проволоки.

С целью устранения этого недостатка 25-ю волоку диаметром заменим на сдвоенную: при скорости волочения 5 м/с все параметры находятся в допустимых пределах, включая максимальную температуру поверхности проволоки, равную 540 °С, 23-й волоке.

Для комплексной оценки качества маршрута волочения используется интегральный коэффициент расхождения параметров волочения, рассчитываемый по формуле

$$K = \frac{\left(\frac{t_n}{t_6}\right)^{50} + \left(\frac{V_5}{V}\right)^{15}}{2},$$

где t_n – максимальная температура поверхности проволоки в маршруте волочения, °С; V – скорость волочения проволоки на выходе из волочильного стана, м/с; t_6 – базовая температура поверхности проволоки в маршруте волочения, °С; V_6 – базовая скорость волочения проволоки на выходе из волочильного стана, м/с.

При оптимизированном действующем маршруте волочения $K = 1$. Этот режим волочения принимается как базовый.

Если изменения в режимах волочения вызывают повышение коэффициента K , то принимаемые изменения приводят к потере эффективности волочения проволоки и свивки из нее корда.

Если изменения в режимах волочения вызывают понижение коэффициента K , то принимаемые изменения приводят к повышению эффективности волочения и свивки.

Примеры использования коэффициента расхождения параметров волочения:

Пример 1. Для режима волочения при $t_n = 540$ и $V = 5$ получаем $K = 1$. Данный оптимизированный заводской маршрут волочения с семью сдвоенными волоками, принятый как базовый, соответствует технологичности свивки корда 4+3х0,35УТ не более 20 обр/т при скорости тонкого волочения 5 м/с.

Пример 2. Для режима волочения $K = 7,965$. Этот маршрут волочения соответствует заводскому маршруту волочения с шестью сдвоенными волоками до оптимизации при скорости волочения 5 м/с и максимальной температуре поверхности проволоки при волочении 570 °С.

Пример 3. Если в заводском маршруте волочения до оптимизации с шестью сдвоенными волоками уменьшить скорость волочения до 4 м/с, то температура поверхности проволоки уменьшится до 528 °С. Для такого варианта волочения $K = 14,373$. Таким образом, простое снижение скорости волочения в технологии волочения до оптимизации не повышает эффективности производства корда.

Пример 4. Для режима волочения $K = 0,868$. Этот маршрут волочения соответствует новому разработанному маршруту волочения с семью сдвоенными волоками при скорости волочения 5,3 м/с и максимальной температуре поверхности проволоки при волочении 543 °С. Этот режим волочения более эффективный сравнительно с примером 1.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ ЛАТУНИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ В ПРОЦЕССЕ ТОНКОГО ВОЛОЧЕНИЯ

С. В. Авсейков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Тонкое волочение стальной углеродистой латунированной проволоки позволяет получать тонкую проволоку диаметром 0,15...0,7 мм с высокой прочностью 3...4 ГПа. Получаемая проволока используется в производстве рукавов высокого давления, металлокорда в шинной промышленности. К проволоке предъявляются жесткие технические требования по прочностным, пластическим и технологическим свойствам. Эти свойства зависят от механических свойств исходной проволочной термически разупрочненной латунированной заготовки диаметром в диапазоне 1,5...2,5 мм и от режимов волочения этой заготовки до диаметра тонкой проволоки на волочильных станах тонкого (мокрого) волочения.

Оценка значимости влияния режимов волочения проволоки на ее механические свойства после волочения имеет существенное практическое значение. Оно состоит в возможности прогнозировать изменение механических свойств проволоки посредством использования необходимых режимов волочения этой проволоки.

К основным механическим характеристикам проволоки относят следующие параметры: условный предел текучести σ_y , предел прочности σ_b , соотношение условного предела текучести и предела прочности σ_y/σ_b , относительное удлинение при разрыве A_t , модуль упругости E .

Известно, что волочение сопровождается упрочнением, которое повышает значения σ_y , σ_b , σ_y/σ_b , уменьшает A_t и почти не изменяет E . Отношение σ_y/σ_b и значение A_t характеризуют пластические свойства тонкой проволоки. Величины σ_y , σ_b характеризуют прочностные свойства тонкой проволоки.

В производстве основной характеристикой тонкой проволоки, влияющей на выбор маршрута волочения или на деформационный режим волочения, является σ_b . То есть маршрут волочения рассчитывается с целью получения заданного диаметра тонкой проволоки и ее предела прочности. Таким образом, другие механические параметры формируются под действием режимов волочения. Но на эксплуатационные свойства проволоки комплексно влияют все перечисленные характеристики.

Поэтому целью данной работы являлось выявление механических характеристик тонкой углеродистой латунированной проволоки, формируемых в зависимости от режимов ее волочения.

Для исключения возможного влияния масштабного фактора маршрута волочения для анализа данных соотношений выбирали по равенству диаметров тонкой проволоки. В маршрутах тонкого волочения варьировались (табл. 1): диаметры проволочной заготовки (D), суммарная логарифмическая степень деформации проволо-

ки (ϵ), кинематические параметры режимов волочения (максимальная скорость волочения в волочильном стане V_B) (рис. 1, а), и температура волочения (рис. 1, б).

Температура проволоки в процессе волочения изменяется в широком диапазоне значений (от 100 до 680 °С). Так как снижение максимальной температуры проволоки в маршруте волочения позволяет повысить пластические свойства тонкой проволоки после волочения, то целесообразно принять максимальную температуру поверхности проволоки в маршруте волочения за характерный параметр маршрутов волочения [1]. Температура проволоки определялась численным моделированием с помощью метода конечных элементов, на основании зависимостей механики деформируемого твердого тела и теории пластичности [2].

Таблица 1

Основные параметры маршрутов волочения

| Маршрут волочения, № | Диаметр проволочной заготовки, D (мм) | Диаметр тонкой проволоки, d (мм) | Температура, T (°С) | Деформация, ϵ | Скорость волочения, V_B (м/с) |
|----------------------|---|------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1,90 | 0,35 | 624,7 | 3,37 | 10 |
| 2 | 1,98 | 0,3 | 581,3 | 3,75 | 8 |
| 3 | 1,77 | 0,3 | 686,1 | 3,54 | 16 |

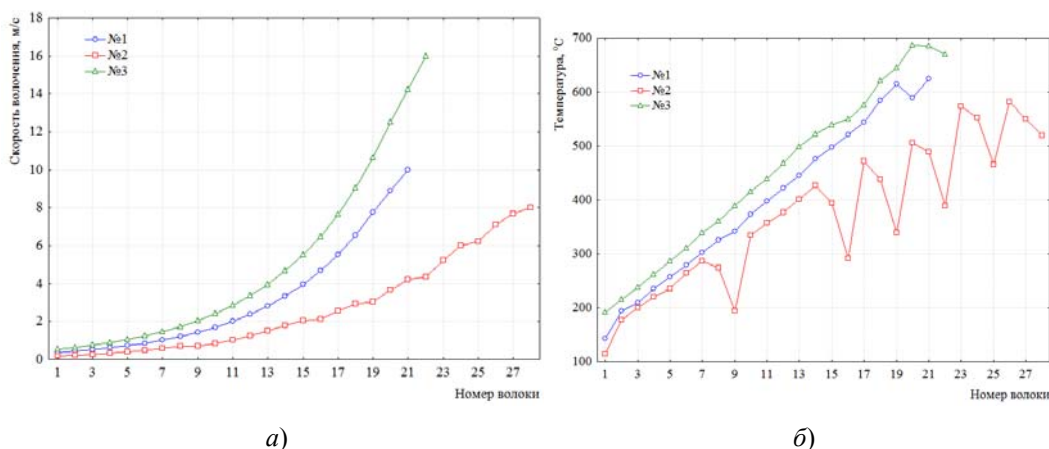


Рис. 1. Изменение скорости волочения проволоки (а) и температуры поверхности проволоки (б) в исследуемых маршрутах волочения

В ходе лабораторных испытаний на осевое растяжение образцов из проволочной заготовки и тонкой проволоки после волочения определяли: модуль упругости проволоки, условный предел текучести, предел прочности, относительное удлинение при разрыве (табл. 2).

Результаты испытаний на осевое растяжение проволочной заготовки и тонкой проволоки представлены в табл. 2.

**Механические параметры проволочной заготовки (D)
и тонкой проволоки (d), мм**

| Механические характеристики | Маршрут волочения | | | | | |
|--|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | № 1 | | № 2 | | № 3 | |
| | $D = 1,90$ | $d = 0,35$ | $D = 1,98$ | $d = 0,30$ | $D = 1,77$ | $d = 0,30$ |
| Модуль упругости, E , ГПа | 185,33 | 203,93 | 176,67 | 202,16 | 176,09 | 205,7 |
| Условный предел текучести, σ_y , МПа | 879,47 | 2853,64 | 889,16 | 3132,81 | 886,02 | 3077,14 |
| Предел прочности, σ_b , МПа | 1274,54 | 3056,33 | 1284,30 | 3376,13 | 1271,80 | 3235,57 |
| Максимальное удлинение при растяжении, A_t , % | 7,90 | 2,42 | 8,30 | 2,64 | 7,95 | 2,27 |

Из табл. 2 видно, что механические характеристики проволочной заготовки в исследуемых маршрутах волочения имеют незначительные отличия, что объясняется различиями в условиях средне-грубого волочения, в режимах патентирования и масштабным фактором проволочной латунированной заготовки.

Анализируя полученные значения механических параметров проволочной заготовки и тонкой проволоки совместно с параметрами маршрутов волочения, можно сделать следующие выводы.

Исследуемые параметры маршрутов волочения оказывают слабое влияние на модуль упругости. Это дополнительно подтверждает то, что модуль упругости является одной из наиболее стабильных механических характеристик металлов [3]. Это позволяет сделать предположение о том, что модуль упругости не зависит от параметров маршрутов волочения.

В маршрутах тонкого волочения с ростом скорости волочения наблюдается рост температуры поверхности проволоки.

Снижение значений относительного удлинения (A_t) тонкой проволоки наблюдается при увеличении скорости маршрута волочения тонкой проволоки и соответственно максимальной температуры поверхности проволоки.

Таким образом, достигнута возможность при разработке маршрутов волочения прогнозировать не только требуемый диаметр тонкой проволоки и его прочность, но и максимальное относительное удлинение проволоки.

Литература

1. Температурно-деформационный критерий оптимизации маршрутов волочения тонкой высокоуглеродистой проволоки / Ю. Л. Бобарикин [и др.] // Литье и металлургия. – 2012. – № 3 (спец. вып.). – С. 205–208.
2. Бобарикин, Ю. Л. Математическое описание формирования пластических свойств проволоки из стали 90 при высокоскоростном волочении / Ю. Л. Бобарикин, С. В. Авсейков // Литье и металлургия. – 2011. – № 3. – С. 61–65.
3. Фридман, Я. Б. Механические свойства металлов. Ч. 1 / Я. Б. Фридман. – М. : Машиностроение, 1974. – 472 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБИДНЫХ И КАРБОНИТРИДНЫХ ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 35ХГСА

Е. П. Поздняков

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение

радиционное применение цементации и нитроцементации призвано увеличить износостойкость поверхности деталей. Достижение необходимой твердости поверхностно-упрочненного слоя обеспечивается формированием мартенситной матрицы в результате финишной термообработки упрочненной детали – закалки и низкого отпуска. Сердцевина детали при этом сохраняет вязкость за счет пониженного содержания углерода. Легирование цементуемых сталей – 20Х, 20ХГР, 12ХНЗА, 18ХГТ и др. сильными карбидообразующими элементами способствует измельчению зерна и создает дополнительные условия для повышения вязкости металла. Твердость сердцевины, перечисленных сталей после науглероживания, закалки и низкого отпуска оказывается ниже на 15–20HRC чем у науглероженного слоя [1]. Очевидно, что при эксплуатации деталей из указанных сталей при контактных нагрузках на рабочие поверхности более 1000 МПа будет повышаться вероятность хрупкого разрушения упрочненного слоя вследствие деформации сердцевины. Решение задачи по альтернативному применению экономнолегированных конструкционных сталей с диффузионно-упрочненным слоем вместо высоколегированных в условиях высоких по величине контактных нагрузок при достижении повышенной износоустойчивости поверхностного слоя может быть получено путем науглероживания сталей с таким содержанием углерода, которое позволило бы придать сердцевине металла высокую твердость и прочность.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась конструкционная экономно-легированная сталь 35ХГСА. Для создания упрочненных слоев использовали технологии науглероживания и высокотемпературного цианирования. В обоих случаях основу насыщающей среды составлял древесный уголь, который для высокотемпературного цианирования модифицировали азотсодержащими добавками. Процесс науглероживания проводили непрерывным нагревом в течение 9 ч при температуре 920 °С. Цианирование также проводили с нагревом до температуры 920 °С и выдержкой 4 ч на первом этапе. После чего осуществляли термоциклирование с охлаждением садки до температуры 580 °С выдержкой 1 ч, повторным нагревом до температуры 920 °С и выдержкой 4 ч. Завершение обоих процессов химико-термической обработки проводили, путем медленного охлаждения контейнеров со скоростью 50 градусов в час до комнатной температуры. Окончательное формирование свойств упрочненного слоя проводили осуществляя закалку с температуры 860 °С в воде и масле, а также низкий отпуск при температуре 200 °С в течение 1 ч.

Экспериментальные образцы представляли собой шлифованные пластины длиной 62 мм и поперечным сечением с размерами 6 × 14,7 мм. Форма и размеры пластин, обеспечивали возможность исследования на образцах распределение микротвердости, изучение структуры и оценку ударной вязкости диффузионно-упрочненного материала. В последнем испытании концентратор напряжений на образцах не изготавливали.

Определение объемной доли карбидной фазы в упрочненных слоях проводили методом секущей.

Результаты исследований и их обсуждение

Структура упрочненных слоев, характеризуется наличием двух зон. Первая – наружная зона отличается двухфазным строением. Как видно из рис. 1, в обоих случаях применения химико-термической обработки, в поверхностном слое наблюдается присутствие избыточных карбидов. Ширина зоны, в которой присутствуют избыточные карбидные включения, составляет порядка 0,1 мм, под ней располагается основной объем упрочненного слоя структура которого представлена перлитом. В нем по мере углубления появляются ферритные зерна. Суммарная глубина упрочненного слоя до появления первых ферритных зерен составляет не менее 0,8 мм.

Размеры карбидных частиц, сформированных науглероживанием и цианированием в наружной заэвтектоидной зоне, близки. Это объясняется тем, что при высокотемпературном цианировании в поверхностный слой металла диффундирует преимущественно углерод, приближая процесс упрочнения к цементации [2]. Строение карбидной фазы, полученной в процессе цементации, напоминает скелетообразную пограничную ликвацию (рис. 1, *а*). Форма карбидных частиц угловатая с участками срастания. Термоциклирование, проведенное в процессе цианирования, позволило сформировать глобулярную форму карбидных частиц (рис. 1, *б*).

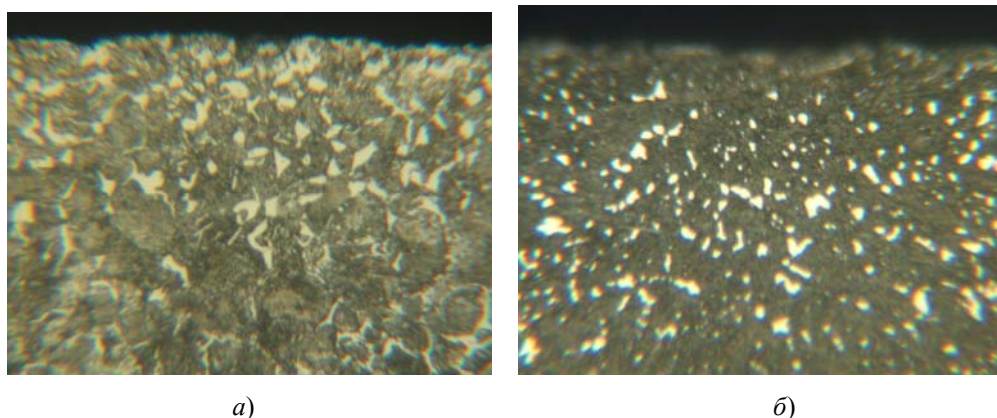


Рис. 1. Структура поверхностного слоя стали 35ХГСА ($\times 350$) после упрочнения науглероживанием (*а*) и цианированием (*б*)

Термическая обработка упрочненных образцов – закалка и низкий отпуск – изменила морфологию науглероженного слоя, устранив срастание отдельных карбидных частиц (рис. 2, *а*). Однако полной сфероидизации карбидной фазы не произошло. Форма некоторых включений отличается значительной протяженностью при небольшом поперечном сечении и угловатыми очертаниями. Морфология цианированного слоя практически не претерпела изменений. В обоих исследованных случаях объем карбидной фазы в результате проведенной термической обработки упрочненных образцов не изменился. В науглероженном слое он составил 22–25 %, в слое, полученном цианированием, 15–16 %.

Данный результат свидетельствует в пользу того, что в формировании карбидной фазы участвует хром, которым легирована сталь 35ХГСА. Сложные по составу карбидные частицы имеют более высокую теплостойкость, чем цементит, и не растворяются в аустените при нагреве под закалку, сохраняя свое строение после окончания термообработки.

Ударная вязкость экспериментальных образцов, упрочненных как науглероживанием так и цианированием, определенная после закалки и отпуска, составила по-

рядка 3–7 Дж/см². Полученное значение существенно ниже, чем у упрочненных образцов, не подвергнутых термической обработке. Для науглероженных образцов она составляет порядка 20 Дж/см², а цианированных – 35 Дж/см².

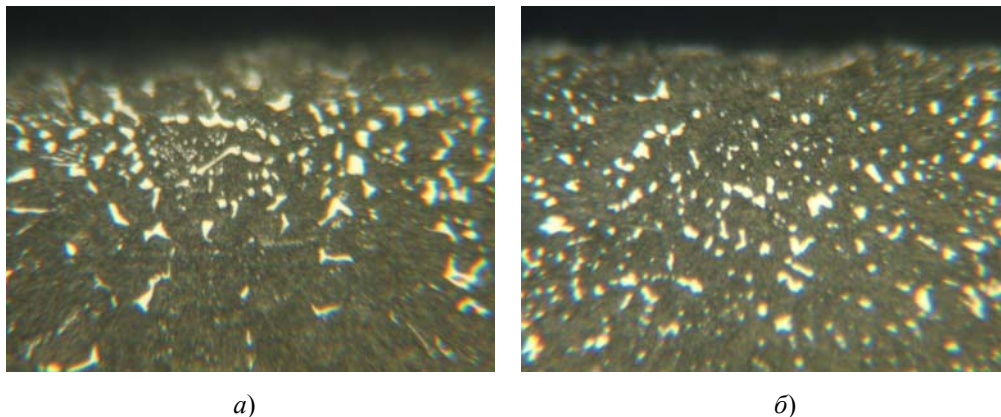


Рис. 2. Структура поверхностного слоя стали 35ХГСА ($\times 350$) после упрочнения науглероживанием (а) и цианированием (б), подвергнутого закалке и отпуску

ДюрOMETрические исследования поперечного сечения образцов после закалки и отпуска показали, что сердцевина металла имеет твердость превышающую величину 50 HRC при твердости поверхности – 62–64 HRC. Изменение твердости по сечению происходит плавно, без резкого градиента. Полученные значения распределения твердости позволяют предположить, что благодаря повышенной твердости сердцевины, более твердый и хрупкий поверхностно-упрочненный слой не будет подвергаться усталостному растрескиванию под действием контактных нагрузок.

Заключение

Результаты исследований показали, что применение цементации и высокотемпературного цианирования при упрочнении экономно-легированной стали 35ХГСА позволяет сформировать схожие по структуре и свойствам упрочненные слои. Отличия в морфологии карбидной фазы, отмеченные у образцов подвергнутых цианированию, выражающиеся в формировании глобулярной формы карбидных включений, обусловлены применением термоциклического режима синтеза упрочненного слоя. Карбидный слой, сформированный в процессе непрерывного нагрева стали 35ХГА, отличается угловатыми карбидами, в то время как включения в цианированном слое за счет применения термоциклирования приобретают глобулярную форму. Результаты исследования влияния технологических режимов химико-термической обработки на морфологию и свойства сплава позволяют получить представление о строении карбидной фазы, сформированной науглероживанием и нитроцементацией, и учесть различия в структуре слоев. Являются базовой информацией для изучения механизма разрешения при контактно-усталостном нагружении материала.

Литература

1. Конструкционные материалы : справочник / под ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Машиностроение, 1990. – 688 с.
2. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – М. : Металлургия, 1985. – 256 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ
СТАЛЕЙ ЛЕДЕБУРИТНОГО КЛАССА
ПРИ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ**

Л. С. Хромова

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение

Учет влияния текстуры сталей на их прочностные характеристики является общепринятым подходом при разработке технологии изготовления деталей машин. Анизотропия сплава наиболее ярко проявляется при получении заготовок методами обработки давлением. Общепринятым положением является недопущение выхода волокон металла на тяжело нагруженные участки рабочих поверхностей деталей, а также поперечное расположение текстуры по отношению к линии приложения внешнего растягивающего напряжения. В большинстве случаев текстурный рисунок машиностроительных сталей формируется границами зерен металла, которые в процессе заготовительных операций при производстве деталей машин вытягиваются в направлении деформации заготовки. Морфология межзеренных границ характеризуется скоплением мелких неметаллических включений, в первую очередь карбидной природы. В углеродистых, а также экономно-легированных сталях границы не представляют собой отдельной фазы сплава, способной за счет собственных механических характеристик влиять на локальное напряженно-деформированное состояние в многофазном материале. В то же время высоколегированные высокоуглеродистые стали, относящиеся к ледебуритному классу, характеризуются тем, что их текстурный рисунок формируется крупными карбидными включениями, которые зачастую имеют соизмеримые с окружающими зернами размеры. Карбидные частицы, сформированные сильными карбидообразующими элементами – хромом, вольфрамом, ванадием и др., обладают высокой теплостойкостью, полностью не растворяются в аустените в процессе нагрева под закалку. Ликвация, образуемая включениями, особенно эвтектоидными карбидами, неизменно присутствующими в сталях ледебуритного класса, оказывает существенное влияние на их прочность. Согласно данным, приведенным в работе [1], такие стали как P18 и X12M теряют более 30 % своей прочности в случае поперечного расположения волокон в сравнении с продольным. Исследования, проводимые в направлении оценки влияния ориентации волокон сталей на их прочностные характеристики, учитывают в первую очередь расположение частиц по отношению к линии действующего, как правило, растягивающего напряжения. В то же время известно, что монокарбиды, образуемые легирующими элементами высокопрочных сталей, обладают высокими твердостью и модулем упругости [2], [3]. Это позволяет предположить, что сложные по составу первичные эвтектоидные карбиды ледебуритных сталей будут превосходить по отмеченным показателям материал матрицы. Очевидно, что в этом случае приложение внешних нагрузок к композиционному материалу, которым является практически любая сталь ледебуритного класса, приведет к перераспределению напряжений и деформаций в окрестности более упругих включений и вызовет изменение локальной прочности металла. Форма и ориентация включений являются дополнительными факторами,

влиянием которых нельзя пренебрегать при исследовании взаимодействия структурных компонентов высоколегированных инструментальных сталей.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась сталь ледебуритного класса со строченым расположением карбидных частиц. Форма карбидных частиц принята овальной, так как по результатам исследований, проведенных в работе [4], выявлены достаточно простые технологические методы, позволяющие преобразовать эллиптическую угловатую форму карбидных частиц, наиболее существенно сказывающуюся на анизотропии материала, в более благоприятную – овальную.

Оценку влияния формы, размеров и свойств включений на напряженно-деформированное состояние в их окрестности осуществляли посредством компьютерного моделирования с применением пакета ANSYS. Деформацию включений и металлической матрицы считали абсолютно упругой. Это соответствует современным представлениям о поведении сталей ледебуритного класса, в частности быстрорежущих, при воздействии на них внешних нагрузок, приводящих к разрушению материала [5]. Модуль упругости металлической матрицы принимали равным $2,26 \times 10^{11}$ Па, что соответствует данному показателю стали Р6М5 [6]. Модуль упругости включений в связи с отсутствием достоверных сведений о свойствах эвтектидных карбидов сталей ледебуритного класса, принимали равным в 1,5, 2 и 2,5 раза большим, чем модуль упругости матрицы. Для учета взаимного влияния соседних карбидных частиц на напряженно-деформированное состояние на границе включение–матрица использовали компьютерную модель из четырех включений, расположенных строчкой. Расстояния между включениями принимали равным 3 мкм, что соответствовало поперечным размерам включений при их длине порядка 18–20 мкм. Морфологию совокупности включений стали ледебуритного класса заимствовали из исследований, проведенных в работе [7]. Величина внешнего напряжения, приложенного к модели материала принималась равной 560 МПа – пределу выносливости стали Р6М5, определенному при симметричном цикле нагружения [8]. Для исследования взаимодействия структурных составляющих материала при знакопеременных нагрузках модель нагружали сжимающими и растягивающими напряжениями поочередно. Создание условий плоского напряженного состояния, соответствующего требованиям линейной механики разрушения твердых материалов, обеспечивали построением компьютерной модели в виде тонкой двумерной пластины. Совокупность включений располагали в непосредственной близости от верхней границы модели, ориентировали параллельно и перпендикулярно внешней границе материала, а также под углом 45 градусов к ней. Внешнее растягивающее и сжимающее напряжение прикладывали к боковым сторонам пластины.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований показали, что наиболее существенное влияние на концентрацию растягивающих и сжимающих напряжений в теле включений и их окрестности оказывает различие в упругих характеристиках структурных составляющих. Так, включения, модуль упругости которых в 2,5 раза превышает модуль упругости матрицы, создают в своей окрестности знакопеременные напряжения с амплитудой от 694 до 1330 МПа. Наиболее высокие значения растягивающих напряжений возникают в окрестности частиц, расположенных параллельно внешней границе материала. Как видно из рисунка, опасной зоной является тонкая прослойка между соседними включениями. Величина напряжений в теле частиц достигает своего максимального значения – 1290 МПа в случае, когда частицы располагаются эквидистантно к внешней границе материала.

Распределение продольных деформаций в окрестности совокупности включений формирует аналогичную картину. Зонай концентрации максимальных продольных деформаций являются небольшие участки материала матрицы, располагающиеся между включениями. Наиболее высокие деформации величиной до 0,6 % возникают в окрестности самых жестких включений, расположенных параллельно внешней границе материала. При этом величина деформаций в теле включений не превышает 0,23 %, что объясняется высоким модулем упругости частиц. Выявленное значение деформаций превышает уровень деформаций закаленных инструментальных сталей ледебуритного класса, способствующий упрочнению металла наклепом. По данным И. Л. Хейфеца [9], деформация инструментальных сталей ледебуритного класса величиной свыше 0,1 % будет сопровождаться разупрочнением металла.

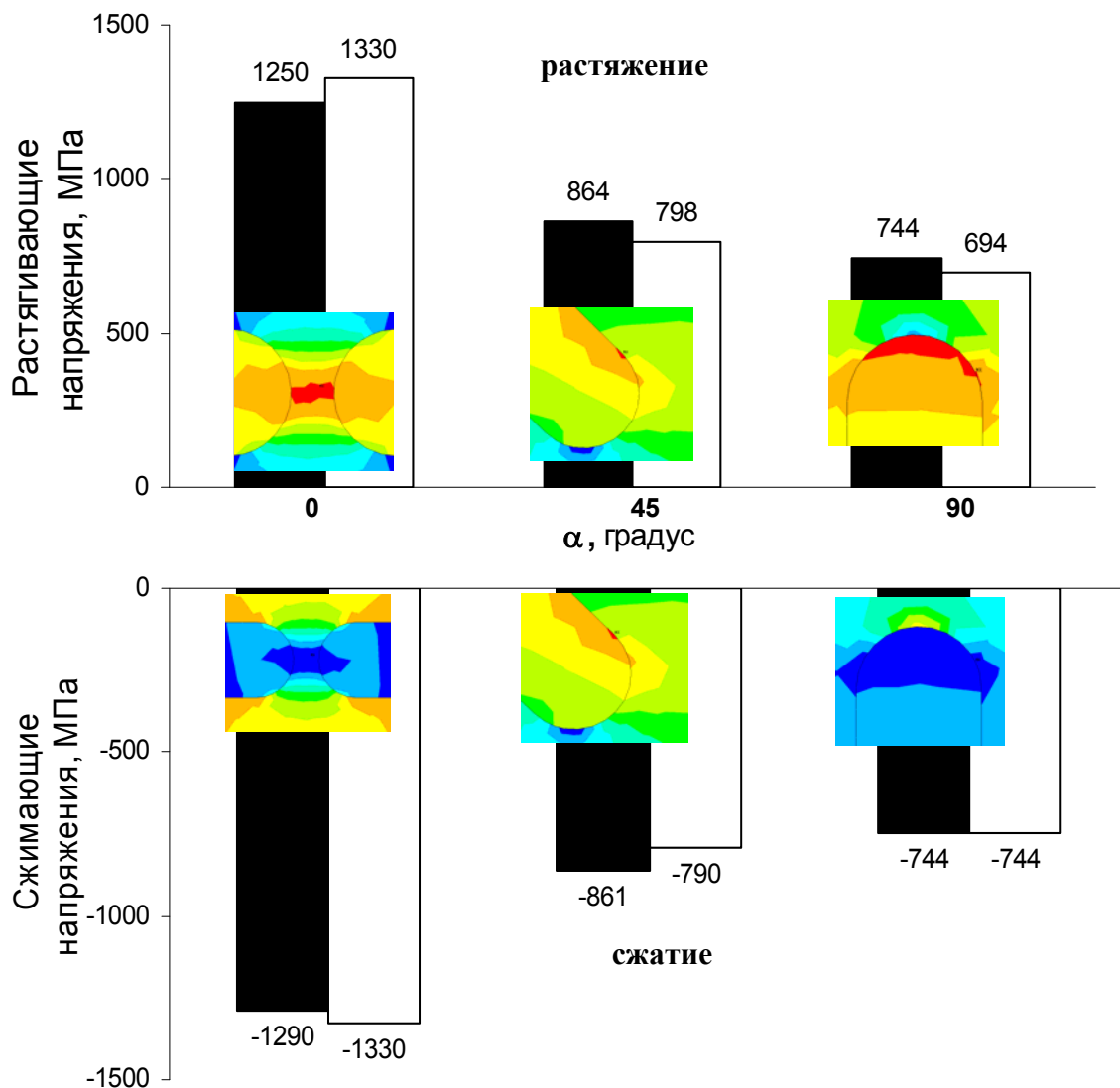


Рис. 1. Главные напряжения, возникающие в фазе растяжения и сжатия в окрестности совокупности включений, модуль упругости которых в 2,5 раза превышает модуль упругости металлической матрицы; α – угол образуемый продольной осью включений и внешней границей модели материала; ■ – напряжения в теле включений, □ – напряжения в окрестности включений

Заключение

Проведенные исследования показали, что текстура высоколегированных сталей ледебуритного класса, формируемая строченым распределением карбидных включений, оказывает существенное влияние на локальное напряженно-деформированное состояние в окрестности избыточных фаз материала. Наиболее высокие по величине знакопеременные напряжения и деформации возникают в окрестности жестких включений, располагающихся параллельно поверхности материала. Армирующая роль соседних включений создает опасное напряженно-деформированное состояние в тонких прослойках материала между ними. Величина напряжений в указанных зонах превышает допустимые значения по критерию деформационного упрочнения материала и будет способствовать зарождению внутрикристаллических дефектов.

Литература

1. Шейнерман, В. М. Стали для штампов холодного деформирования / В. М. Шейнерман. – Рига : Латв. респ. ин-т науч.-техн. информации и пропаганды, 1969. – 40 с.
2. Тот, Л. Карбиды и нитриды переходных металлов / Л. Тот. – М. : Мир, 1974. – 294 с.
3. Сверхтвердые материалы / И. Н. Францевич [и др.] ; под общ. ред. И. Н. Францевича. – Киев : Наукова думка, 1980. – 296 с.
4. Кенько, В. М. Оптимизация технологии изготовления холодновысадочных матриц / В. М. Кенько, В. В. Пинчук, И. Н. Степанкин // Кузнеч.-штамповоч. произ-во. – 1998. – № 11. – С. 22–24.
5. Кремнев, Л. С. Особенности разрушения инструментальных материалов / Л. С. Кремнев // Металловедение и термообработка металлов. – 1994. – № 4. – С. 17–22.
6. Таблицы стандартных справочных данных. Сталь инструментальная быстрорежущая. Механические свойства. ГСССД 9–79. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.
7. Кенько, В. М. К вопросу учета структурных особенностей инструментальных сталей при изготовлении матриц холодновысадочной оснастки / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин // Литье и металлургия. – 2004. – № 4. – С. 110–116.
8. Кенько, В. М. К вопросу оценки усталостной долговечности быстрорежущей стали Р6М5, упрочненной посредством низкотемпературной нитроцементации / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки. – 2003. – № 4. – Т. 2. – С. 11–14.
9. Хейфец, И. Л. Термомеханическая обработка холодновысадочного и резьбонакатного инструмента / И. Л. Хейфец // Кузнеч.-штамповоч. произ-во. – 1983. – № 11. – С. 37–38.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ С ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫМИ СЛОЯМИ

А. А. Самусевич

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

Научный руководитель И. А. Панкратов

Введение

При изготовлении инструмента, работающего в условиях знакопеременных нагрузок, в качестве материала применяют высоколегированные инструментальные стали. Повышение эксплуатационных характеристик инструмента достигается диффузионным упрочнением поверхностного слоя. Применительно к штамповому инструменту и чеканочной оснастке основными параметрами, отвечающими за безотказную работу инструмента, являются высокая твердость, жесткость, износостойкость. Точное воссоздание профиля гравюры имеет важное значение при изготовлении сложно-профильных поверхностей чеканочного и высадочного инструмента. Это особенно

актуально при производстве государственных наград и других элементов символики. Рабочая поверхность чеканочного штампа представляет собой высокохудожественное изображение, изменение которого невозможно. В этом случае изготовление штампов предполагает применение холодного выдавливания полости инструмента [1]. Однако технология последующего упрочнения рабочей поверхности в ее традиционном применении – длительное термическое воздействие на рабочую поверхность приводит к искажению полученного профиля гравюры.

При холодной объемной штамповке монет, наград и другой символики гравюра штампа представляет собой сложный высокохудожественный рисунок. Изготовление полости штампа холодным выдавливанием обеспечивает максимально точное повторение рисунка будущего изделия в зеркальном отображении. В случае финишного упрочнения штампа с готовой полостью повышается опасность выгорания некоторых наиболее мелких элементов гравюры. Это обусловило необходимость проведения науглероживания на стадии предварительной термообработки.

Целью данного исследования является разработка методики оценки технологической пластичности высоколегированных сталей с диффузионно-упрочненным слоем.

Объекты и методики исследования

Объектом исследования являлась сталь Р6М5, упрочненная посредством цементации, совмещенной с термической обработкой. Исследования проводили на кубических образцах, подвергаемых холодной деформации сжатием. Упрочнение проводили путем изотермической выдержки в карбюризаторе при температуре 950 °С в течение 4 ч. Для обеспечения максимальной пластичности металла охлаждение контейнера с образцами проводили со скоростью 35 °С в ч. Направление карбидных строк в исследуемых кубических образцах составляет 0°, 45°, 90° (рис. 1). Пластичность материала определяли путем измерения линейных размеров образцов по трем направлениям (осям) при одноосном сжатии. Изменение пластичности материала фиксировалось построением диаграмм сжатия в осях «напряжение–деформация». Образцы деформировали по упрочненному слою.

Результаты исследования

В связи с интенсивным изнашиванием металла формообразующей поверхности инструмента, в качестве упрочняющей технологии использовали науглероживание. Совмещение процесса науглероживания с маятниковым отжигом способствует образованию однородной карбидной фазы, равномерно распределенной в материале матрицы. Глубина диффузионного слоя составляет порядка 0,6–0,7 мм. При этом твердость поверхностного слоя и сердцевины отличаются незначительно. Это объясняется тем, что в процессе фазовых превращений, протекающих при неоднократной перекристаллизации материала матрицы, создаются условия для формирования равноосных карбидных частиц в упрочненном слое. При этом практически отсутствуют следы текстуры первоначальной заготовки. Наименьшая твердость, а значит и наибольшая пластичность получена на образцах, у которых расположение карбидных включений было по оси с прилагаемой внешней сжимаемой силой. Деформация данных образцов при действии внешнего сжимающего напряжения порядка 1200 МПа до величины около 45 % протекает без образования дефектов. Затем в материале появляются микротрещины, в результате чего на диаграмме сжатия наблюдается некоторое снижение величины внешнего напряжения. Окончательное разделение образцов на фрагменты происходит при деформации более 65 %. У образцов с ориентацией 45° и 90° к линии приложения внешней нагрузки начальное

разрушение наступает при деформации порядка 50 % при величине напряжений порядка 1500 МПа. Для оценки технологической пластичности была предложена следующая методика: на поверхность образца наносилась координатная сетка с определенным шагом. Внешнее нагружение осуществлялось ступенчато. После каждого нагружения снимались параметры изменения координатной сетки и внешних размеров образца. Выявлено, что внутреннее и внешние изменения образца и координатной сетки практически прямо пропорциональны (рис. 1).

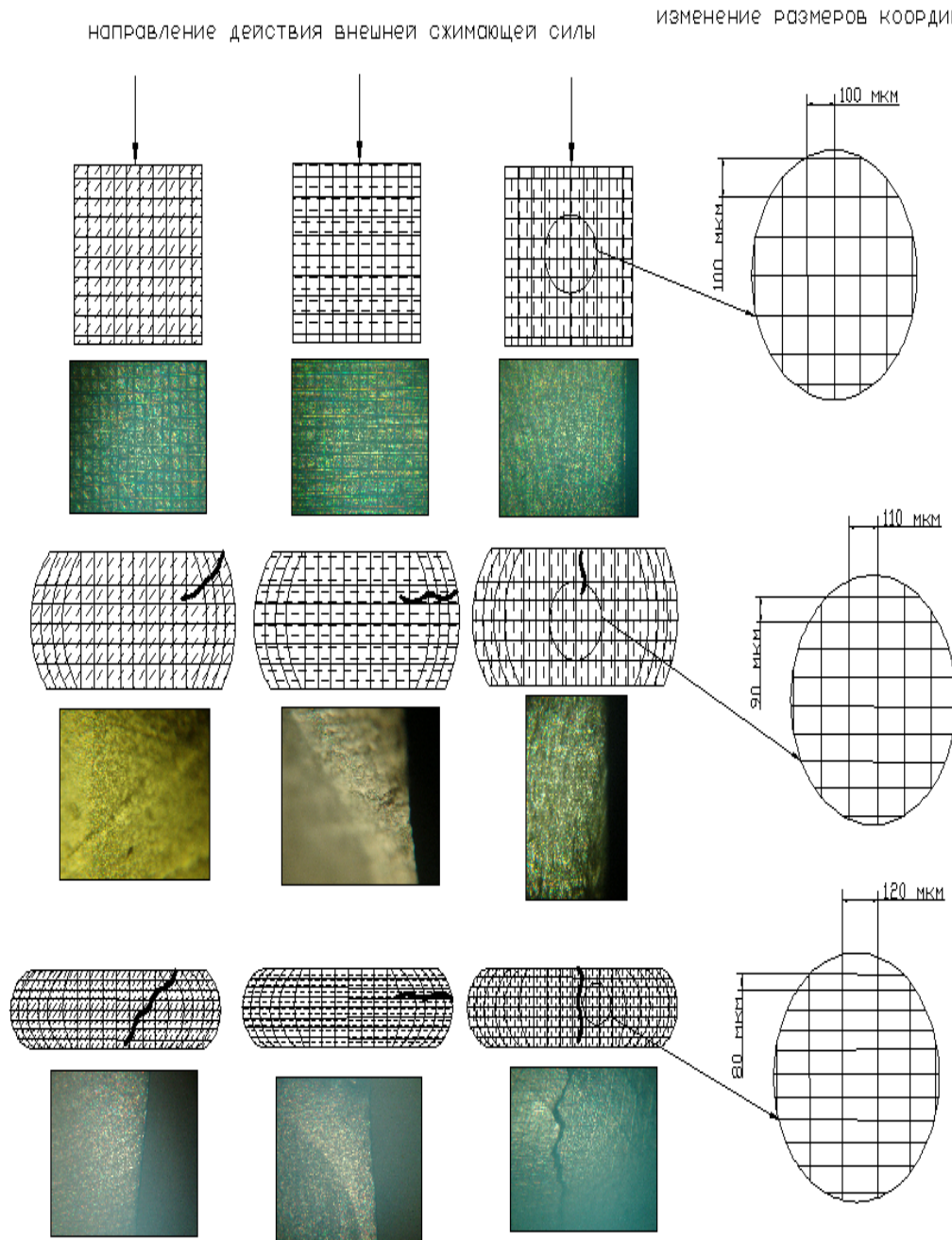


Рис. 1. Матрицы пластичности образцов, с различной ориентацией карбидных streak при приложении внешней сжимающей силы

Заключение

Исследована технологическая пластичность быстрорежущей стали Р6М5 с диффузионным науглероженным слоем. Показана возможность определения технологической пластичности материала при деформации «по упрочненному слою» в холодном состоянии. Величина технологической пластичности в результате совмещения науглероживания с операцией циклического отжига достигает 45–50 %.

Литература

1. Бунатян, Г. В. Холодное выдавливание деталей формирующей технологической оснастки / Г. В. Бунатян, В. А. Скуднов, А. И. Хыбеяги. – М. : Машиностроение, 1998. – 182 с. : ил.

СЕКЦИЯ III ЭНЕРГЕТИКА

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЯ

К. В. Юранов

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

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Метод переменных состояния – это численный метод расчета дифференциальных уравнений, представленных в форме Коши, где вместо одного дифференциального уравнения порядка n формируется n уравнений первого порядка, решение которых в нелинейных цепях возможно только с помощью средств современной вычислительной техники. В нелинейных цепях удобно формировать уравнения переменных состояний, используя понятие дифференциальных параметров, что облегчает формирование системы уравнений в сложной схеме:

$$U_L = \frac{d\psi}{dt} \frac{di}{di} = \frac{d\psi}{di} \frac{di}{dt} = L_{\text{д}} \frac{di}{dt}; \quad (1)$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} \frac{dU_C}{dU_C} = \frac{dq}{dU_C} \frac{dU_C}{dt} = C_{\text{д}} \frac{dU_C}{dt}. \quad (2)$$

Дифференциальные параметры должны быть представлены в аналитической форме, что требует аппроксимации нелинейной характеристики. В данной работе в качестве нелинейного элемента выбрана индуктивность с вебер-амперной характеристикой, представленной на рис. 1. Поскольку характеристика симметрична относительно начала координат, то наиболее точный результат получается при использовании гиперболического синуса:

$$i = \alpha \cdot \text{sh}(\beta\psi). \quad (3)$$

Расчет постоянные α и β выполнен методом выбранных точек: $\alpha = 0,011$ А, $\beta = 728,215$ Вб.

На рис. 2 для сравнения представлены графики аппроксимации (сплошная линия) и вебер-амперной характеристики (пунктирная линия). Кривые имеют хорошее совпадение.

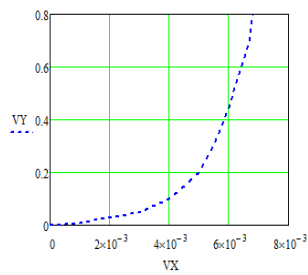


Рис. 1

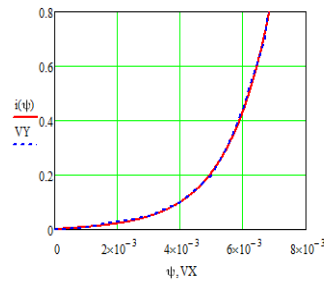


Рис. 2

Дифференциальная индуктивность катушки равна:

$$L_{\text{д}}(i) = \frac{d\psi}{di} = \frac{1}{\alpha\beta\sqrt{1 + \left(\frac{i}{\alpha}\right)^2}} \quad (4)$$

и представлена графически на рис. 3.

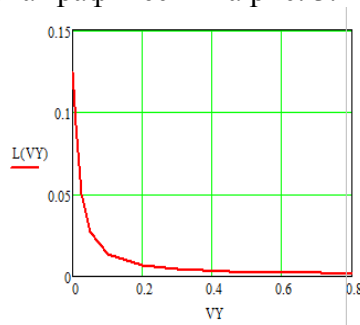


Рис. 3

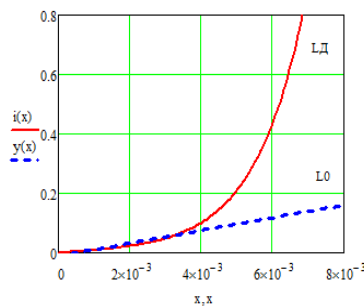


Рис. 4

В качестве тестовой задачи выбрана цепь R, L (рис. 5), для которой выполнен расчет и экспериментальное исследование при подаче на схему прямоугольного импульса напряжения. Значение линейной индуктивности соответствует начальной части вебер-амперной характеристики (рис. 4), что позволяет сравнить особенности перемагничивания индуктивности в линейном и нелинейном режимах, $L_{\text{д}} = 50,5$ мГн, $R = 10$ Ом, $U = 7$ В, длительность импульса $T_{\text{и}} = 50$ мс, $T_{\text{д}} = 5$ мс, с нулевыми начальными условиями на промежутке $[0; \frac{T}{2}]$ и начальным значениям тока $i = 0,7$ А и входным напряжением $u = 0$ В на промежутке $[\frac{T}{2}; T]$.

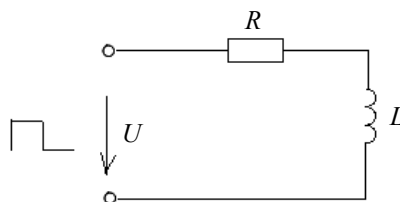


Рис. 5

Уравнение переменных состояния решено методом Рунге-Кутта в среде MathCad.

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L}(U - R_i). \quad (5)$$

На рис. 6 приведены график изменения тока в линейной индуктивности и осциллограмма тока, полученная в эксперименте; на рис. 7 – для нелинейной. Сравнение графиков показывает достаточно хорошее совпадение расчета и эксперимента, что позволяет сделать вывод о высокой точности и удобстве расчета переходных процессов в нелинейных цепях методом переменных состояния.

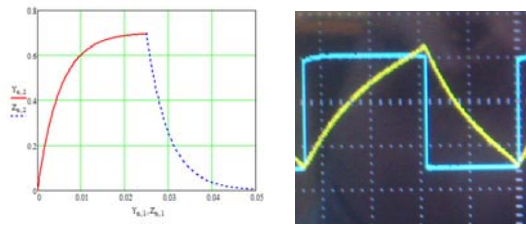


Рис. 6. Линейная цепь

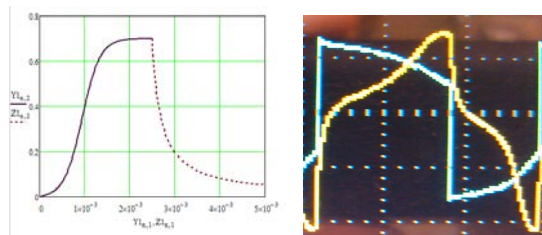


Рис. 7. Нелинейная цепь

Особенности переходного процесса в нелинейной цепи хорошо видны из сравнения кривых тока на рис. 8. Время переходного процесса в нелинейной цепи значительно уменьшается по сравнению с линейной, что объясняется тем, что постоянная времени цепи прямо пропорциональна индуктивности:

$$\tau = \frac{L_{\text{д}}}{R}, \quad (6)$$

которая в нелинейной катушке уменьшается с возрастанием тока.

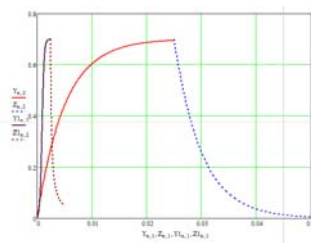


Рис. 8

Расчет переходного процесса методом переменных состояния в цепи второго порядка

Схема цепи показана на рис. 9. Схема включается под действие постоянного напряжения из нулевых начальных условий.

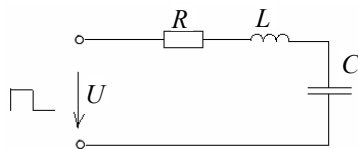


Рис. 9

В качестве расчетных величин выбраны ток через индуктивность и напряжение на емкости. Расчетная система уравнений получена по законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} \frac{dU_C}{dt} = \frac{i}{C}; \\ \frac{di}{dC} = \frac{1}{L}(U - u_C - R \cdot i). \end{cases} \quad (7)$$

Рассмотрены два режима переходного процесса – колебательный и аperiodический.

Колебательный процесс. Значения линейной и нелинейной индуктивности соответствуют рис. 4, $C = 28,9$ нФ, $R = 300$ Ом, $U = 3$ В, $L_{Л} = 0,13$ Гн, с нулевыми начальными условиями.

Расчеты выполнены с помощью ЭВМ и выведены в виде графиков свободных составляющих напряжения на емкости (рис. 10) и тока через индуктивность (рис. 11). На одном графике для сравнения совмещены зависимости для нелинейной индуктивности (пунктир) и линейной (сплошная).

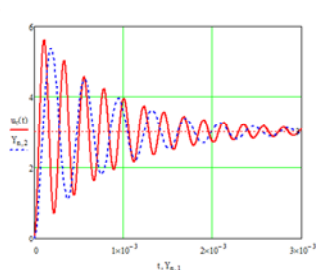


Рис. 10

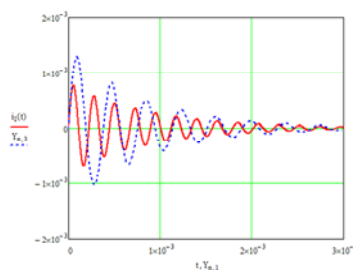


Рис. 11

При сравнении графиков можно сделать следующие выводы: 1) максимальная амплитуда тока в нелинейной цепи (рис. 11) в два раза выше максимальной амплитуды тока в линейной цепи; 2) переходной процесс протекает быстрее в нелинейной цепи.

Аperiodический процесс. Выбрано сопротивление $R = 4242$ Ом, остальные параметры соответствуют предыдущему случаю. Построим графики зависимости напряжения на емкости от времени (рис. 12) и тока через катушку (рис. 13).

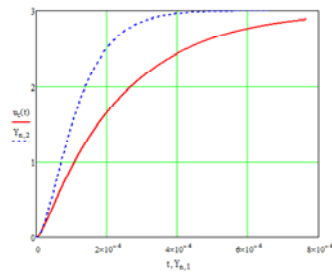


Рис. 12

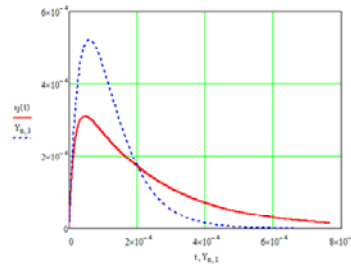


Рис. 13

На графике хорошо видно, что переходной процесс напряжения на емкости и тока через катушку протекает быстрее в нелинейной цепи. Кроме того, максимальное значение тока в нелинейной катушке больше, чем в линейной в 1,8 раза (рис. 13). Выполненная работа может быть использована в учебном процессе.

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.]. – М., 1989.
3. Бычкова, Л. Г. Нелинейные цепи переменного тока / Л. Г. Бычкова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого.

ПОЛУЧЕНИЕ КРИТЕРИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ ПАРООБРАЗОВАНИИ ХЛАДАГЕНТОВ R404A И R407C НА ТЕХНИЧЕСКИ ГЛАДКИХ ТЕПЛОТДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Е. Н. Волкова

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

Научный руководитель А. В. Овсянник

Цель работы: разработка критериальных уравнений для определения интенсивности теплоотдачи при парообразовании озонобезопасных хладагентов на гладких поверхностях в условиях большого объема на основе результатов экспериментального исследования процесса теплообмена.

При анализе условий теплообмена при развитом пузырьковом кипении жидкостей на теплоотдающей поверхности процесс теплоотдачи можно рассматривать как теплоотдачу в условиях естественной конвекции.

Механизм процесса теплообмена между обогреваемой поверхностью и жидкостью представляется периодически протекающими с определенной амплитудой и частотой элементарными процессами. Вызываемые ими сильные колебания температуры соприкасающихся слоев жидкости приводят к существенной неравномерности полей температур в каждой точке поверхности. Сложность и особенность процесса пузырькового кипения на поверхности заключается в его двойственности – периодичности и нестационарности его в отдельных точках поверхности и стационарности процесса в целом (при постоянной плотности теплового потока). Особенность теплообмена при кипении в условиях большого объема состоит также в том, что перемещение жидкости является результатом самого процесса, и скорость движения жидкости не может быть задана заранее. Вид основных критериев (чисел по-

добия) определяется из известной системы дифференциальных уравнений, описывающий нестационарный конвективный теплообмен, в которую входят: уравнение неразрывности, уравнение движения жидкости, уравнение энергии, уравнение теплообмена на границе «теплоотдающая поверхность–жидкость».

Числа подобия, которые установлены из системы указанных уравнений:

$$\text{Nu} = \frac{\alpha l}{\lambda};$$

$$\text{Pe} = \frac{wl}{a};$$

$$\text{Fo} = \frac{a\tau}{l^2};$$

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{a};$$

$$\text{Gr} = \frac{gl^3\beta\Delta T}{\nu^2};$$

$$\text{Eu} = \frac{\Delta p}{\rho w^2}.$$

Не все числа подобия в данном случае являются определяющими. Можно не рассматривать критерий Эйлера (так как величина Δp не может быть задана заранее) и критерий Грасгофа (так как влияние сил тяжести, связанных с температурным расширением жидкости, пренебрежимо мало по сравнению с силами инерции и вязкости). Следовательно, остаются три определяющих критерия подобия: Пекле, Фурье и Прандтля. Число Нуссельта является определяемым числом подобия.

Для конкретизации поставленной задачи (описание теплоотдачи при кипении) необходимо в систему уравнений включить условия, отражающие специфику данного вида теплообмена. Процесс кипения определяется следующими условиями и соответствующими им заранее заданными величинами: физическими свойствами жидкости и ее пара, зависящими от рода жидкости и давления, и, в общем случае, свойствами поверхности нагрева. Кроме того, необходимо задать температуру стенки $T_{\text{ст}}$, т. е. температурный напор ΔT (условие первого рода), либо плотность теплового потока на стенке q (условия второго рода). Оба способа по существу равнозначны, но от выбора задания (ΔT или q) будет зависеть форма и комбинация определяющих чисел. Наиболее часто для практических расчетов и обобщения экспериментальных данных используется второй способ – задание тепловой нагрузки поверхности нагрева.

При такой постановке задачи изначально заданными можно считать плотность теплового потока q , а также физические свойства жидкости (при заданном давлении насыщения). В этом случае отношение $q/r\rho_{\text{п}}$ имеет размерность скорости и имеет строго заданное значение, в отличие от скорости движения жидкости, которая представляет собой довольно сложную функцию этого отношения и других величин. Ве-

личина $q/r\rho_{\text{п}}$ является специфическим параметром для теплообмена при кипении, поэтому ее необходимо включать в условия однозначности.

Одним из основных вопросов, возникающих при определении критериев подобия, является вопрос о выборе характерного линейного размера. Таким размером не может быть линейный размер поверхности нагрева, поскольку обычно рассматривается задача кипения на поверхности больших размеров, значительно превышающей размер паровых пузырей. Отсутствие существенного влияния высоты слоя жидкости на интенсивность теплообмена при кипении также доказана в ряде экспериментальных работ. Критический радиус зародыша $R_{\text{кр}}$ зависит от температурного напора (или от плотности теплового потока) и тоже, следовательно, не может быть принят как характерный линейный размер.

В общем случае, анализ системы уравнений процесса теплообмена при кипении в большом объеме приводит к связям между обобщенными переменными. С. С. Кутателадзе и соавторы предложили следующее критериальное уравнение для обобщения опытных данных:

$$\text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}, \text{Ar}, K_t, K_p). \quad (1)$$

Из приведенных переменных величин, стоящих под знаком функции, необходимо выделить те, которые в большей степени влияют на процесс теплоотдачи в исследованных условиях, и исключить из числа аргументов те переменные, которые незначительно влияют на теплоотдачу при кипении. Кроме того, из числа аргументов исключаются величины, которые являются постоянными в исследованных условиях.

Установлено, что на интенсивность теплоотдачи наибольшее влияние оказывают плотность теплового потока q и давление (температура) насыщения p . Влияние величин q и p определяется числом Рейнольдса кипения Re и числом K_p . При реализации условий беспрепятственного отвода паровой фазы из области кипения теплоотдача при пузырьковом кипении не зависит от формы и ориентации теплоотдающей поверхности, поэтому ускорение сил поля тяжести не оказывает заметного влияния на теплоотдачу и число Архимеда кипения можно исключить из числа аргументов. Следовательно, критериальные зависимости, описывающие теплоотдачу при кипении фреонов R407c и R404a на гладкой технически шероховатой поверхности, могут быть записаны в виде:

$$\text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}, K_p). \quad (2)$$

Уравнение для определения коэффициента теплоотдачи в критериальном виде тогда запишется:

$$\text{Nu} = c \cdot \text{Re}^n \cdot K_p^k \cdot \text{Pr}^l. \quad (3)$$

$$\text{Здесь } \text{Nu} = \frac{\alpha l_*}{\lambda_{\text{ж}}}; \quad \text{Re} = \frac{q}{r\rho_{\text{п}}a} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{п}})}}; \quad K_p = \frac{p_{\text{н}}}{\sqrt{\sigma g(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{п}})}}.$$

Теплофизические свойства жидкости и пара принимаются при температуре насыщения и представлены в таблице.

Теплофизические свойства хладагентов R407c и R404a

| № п/п | Теплофизические свойства | R407c | R404a |
|-------|---|---------|---------|
| 1 | Плотность жидкости, кг/м ³ | 1138 | 1048 |
| 2 | Плотность насыщенных паров, кг/ м ³ | 43,8 | 18,04 |
| 3 | Удельная теплоемкость жидкости, кДж/кг · К | 1,533 | 1,502 |
| 4 | Удельная теплоемкость паров, кДж/кг · К | 1,107 | 0,871 |
| 5 | Коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/м · К | 0,085 | 0,0746 |
| 6 | Коэффициент теплопроводности паров, Вт/м · К | 0,0154 | 0,012 |
| 7 | Поверхностное натяжение, Н/м | 0,06352 | 0,05413 |
| 8 | Удельная теплота парообразования, кДж/кг | 191,1 | 198,7 |

В результате обобщения опытных данных на основе представлений С. С. Кутателадзе было получено критериальное уравнение вида:

$$R407c: Nu = 10,7 \cdot Re^{0,57} \cdot K_p^{0,11} \cdot Pr^{-0,2}; \quad (4)$$

$$R404a: Nu = 10,6 \cdot Re^{0,52} \cdot K_p^{0,13} \cdot Pr^{-0,1}. \quad (5)$$

Заключение

Таким образом, на основе представлений С. С. Кутателадзе получены критериальные уравнения, позволяющие рассчитать интенсивность теплоотдачи при кипении фреонов R407c и R404a в условиях большого объема. Экспериментальные данные удовлетворительно описываются полученными критериальными уравнениями с погрешностью $\pm 25\%$ и эти зависимости могут быть рекомендованы для инженерных расчетов интенсивности теплоотдачи при кипении R407c и R404a в условиях большого объема на гладких технически шероховатых поверхностях.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК В СОСТАВЕ МИНИ-ТЭЦ

В. В. Болотин

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

Научный руководитель А. В. Шаповалов

В Беларуси отрасль энергетики развивалась преимущественно по пути увеличения единичной мощности и параметров энергоблоков ТЭЦ. Большинство крупных промышленных регионов снабжается электрической и тепловой энергией от теплоэлектроцентралей. Тем не менее, уровень энергопотребления в республике на душу населения в 3–10 раз ниже, чем в развитых странах.

Переход на рыночные отношения и резкое увеличение цен на энергетическое топливо позволяет считать комбинированное производство тепловой и электрической энергии в Беларуси как одно из перспективных направлений.

Использование новой для Беларуси технологии производства электрической и тепловой энергии на базе конвертированных авиационных двигателей (АГТД) является особенно актуальным для небольших населенных пунктов. Благодаря созданию подобного независимого источника снабжения электроэнергией и теплотой появятся возможности по созданию, во-первых, новых рабочих мест, во-вторых, будут осваиваться новые подходы в области генерирующих источников энергии, в-третьих, качественно повысится уровень жизни населения из-за появления собственного источника снабжения электричеством и теплом, в-четвертых, будут созданы условия для увеличения производительности труда в небольших населенных пунктах. Огромным плюсом данных установок является их использование для погашения пиковых нагрузок на промышленных предприятиях. Децентрализация энергоснабжения оказывается выгодной для конечного потребителя, который может быть владельцем независимого источника энергоснабжения.

Главной задачей работы является обоснование возможности создания теплоэлектроцентрали на базе конвертированного АГТД в составе газотурбинной установки (ГТУ), оценка экономического эффекта от внедрения АГТД в энергетическую отрасль, анализ возможных путей дальнейшего развития источников энергоснабжения на базе авиадвигателей в энергетике Беларуси с учетом социально-экономических факторов нашей республики, и обоснование применения данных установок в составе крупных и средних ТЭЦ для погашения пиковых электрических нагрузок. Целью работы является предложение нового пути развития генерирующих мощностей в Беларуси, характеризующегося децентрализацией энергопроизводства путем внедрения локальных источников снабжения потребителей энергоресурсами на базе комбинированной выработки теплоты и электроэнергии, наглядно показать, что существует подобный способ развития энергетической отрасли, который успешно применяется в других странах.

Тема работы является актуальной в силу того, что в ней рассматриваются вопросы создания теплоэлектроцентрали на базе турбовинтового двигателя АИ-20, и рассмотрен вариант создания газотурбинной теплоэлектроцентрали для производства тепла и электроэнергии на базе конвертированных АГТД, которые можно успешно применять для погашения пиковых нагрузок в энергосистеме. Создание таких установок не требует больших капиталовложений и характеризуется относительно небольшими сроками окупаемости.

Были произведены тепловые расчеты и технико-экономические показатели, на основании которых можно с полной уверенностью судить об энергоэффективности ГТУ на базе конвертированных АГТД.

Технико-экономические показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели мини-ТЭЦ на базе конвертированного АГТД АИ-20, реализуемого за счет собственных средств

| Наименование показателей | Единица измерения | Величина |
|---|-------------------|----------|
| Установленная электрическая мощность | МВт | 3 × 2,5 |
| Установленная тепловая мощность | МВт | 15,7 |
| Удельные капитальные вложения на единицу электрической мощности | млн р./кВт · ч | 4,036950 |

Окончание табл. 1

| Наименование показателей | Единица измерения | Величина |
|---|-------------------|--------------|
| Годовой отпуск электроэнергии | кВт · ч | 42,525 · 106 |
| Годовой отпуск теплоты | Гкал | 47357,53 |
| Себестоимость единицы: электроэнергии теплоты | р./кВт · ч | 371,9 |
| | р./Гкал | 138700 |
| Балансовая (валовая) прибыль | млн р. | 19348,52 |
| Срок окупаемости капиталовложений | лет | 7,5 |
| Точка безубыточности | % | 34,94 |
| Рентабельность (общая) | % | 27,64 |
| Внутренняя ставка доходности | % | 50,54 |

Экономические расчеты показывают, что срок окупаемости капиталовложений в установки комбинированного производства электроэнергии и теплоты с АГТД составляет до 8 лет при реализации проектов за собственные средства. При этом срок строительства может составлять от нескольких недель при монтаже небольших установок электрической мощностью до 5 МВт, до 1,5 лет при вводе установки электрической мощностью 25 МВт и тепловой 39 МВт. Сокращенные сроки монтажа объясняются модульной поставкой электростанций на базе АГТД с полной заводской готовностью.

Таким образом, основные преимущества конвертированных АГТД при внедрении в энергетику сводятся к следующим: низкие удельные капиталовложения в подобные установки, небольшой срок окупаемости, сокращенные сроки строительства, благодаря модульности исполнения (установка состоит из монтажных блоков), возможность полной автоматизации станции и др.

Для сравнения приведем примеры действующих газодвигательных мини-ТЭЦ в Республике Беларусь, их основные технико-экономические параметры указаны в табл. 2.

Таблица 2

**Технико-экономические показатели газодвигательных мини-ТЭЦ
существующих в Республике Беларусь**

| Показатели | «БЦЗ» 1-я очередь, г. Костюковичи Могилевская обл. | ОАО «Полимир», г. Новополоцк, Витебская обл. | ОАО «Могилев- химволокно», г. Могилев | НПО «Интеграл», г. Минск |
|---|--|--|---|--------------------------------|
| Установленная мощность, МВт | 16 | 21 | 14,7 | 17,4 |
| Годовая выработка электроэнергии, млн кВт · ч | 190 | 160 | 116 | 139 |
| Себестоимость электроэнергии, р./кВт · ч | 476,76 | 389,76 | 373,23 | 358,44 |

Окончание табл. 2

| Показатели | «БЦЗ» 1-я очередь, г. Костюковичи, Могилевская обл. | ОАО «Полимир», г. Новополоцк, Витебская обл. | ОАО «Могилев- химволокно», г. Могилев | НПО «Интеграл», г. Минск |
|---|---|--|---|--------------------------------|
| Удельные капитальные вложения, млн р./кВт · ч | 8,312650 | 9,091150 | 10,336750 | 13,078800 |
| Срок окупаемости капитальных вложений, лет | 14,3 | 19,9 | 12,8 | 16,1 |
| Экономический эффект предприятия, тыс. дол. США | 33596,6 | 55636,8 | 44651,3 | 62799 |

Произведя сравнение, нетрудно заметить, что на фоне уже действующих установок газотурбинные установки на базе конвертированных авиационных двигателей имеют ряд преимуществ.

Для покрытия остропиковых нагрузок перспективным является применение простейших стационарных авиационных ГТУ. У обычной газовой турбины время до принятия нагрузки после старта составляет 15–17 мин. Газотурбинные станции с авиационными турбореактивными двигателями очень маневренны, требуют малого (2–4 мин) времени на пуск из холодного состояния до полной нагрузки, могут быть полностью автоматизированы и управляться дистанционно, что обеспечивает их эффективное использование в качестве аварийного резерва.

Рассматривая АГТУ в качестве высокоманевренных энергетических установок, необходимо иметь и виду возможность их значительной перегрузки путем перевода на парогазовую смесь (за счет впрыска воды в камеры сгорания), при этом можно достигнуть почти трехкратного увеличения мощности газотурбинной установки при относительно небольшом снижении ее КПД.

Таким образом, эффективным направлением развития теплоэнергетики Беларуси является децентрализация энергоснабжения с применением конвертированных АГТД; наиболее эффективной оказывается комбинированная выработка теплоты и электроэнергии на базе АГТД; установка АГТД может работать как автономно, так и в составе крупных промышленных предприятий и крупных ТЭЦ, как резерв для погашения пиковых нагрузок. И это еще далеко не последние достоинства АГТД, так как разнообразие их модификаций очень велико и сама идея применения установок весьма перспективна для Республики Беларусь.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Д. В. Максименко

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

Научный руководитель К. М. Медведев

Введение

Повышенное внимание к проблеме качества электроэнергии в последние годы является общемировой тенденцией. Одной из причин тому – бурный, часто плохо контролируемый рост числа промышленных и бытовых электроустановок и приборов, содержащих в качестве блоков питания преобразователи, выполненные на базе современных устройств силовой электроники. К таким электроприемникам (ЭП) можно отнести преобразователи частоты в установках электропривода, современную компьютерную и бытовую технику [1] (телевизоры, компьютеры, холодильники, стиральные машины, микроволновые печи и т. д.), энергосберегающие компактные люминесцентные лампы.

Особенность работы таких современных устройств заключается в потреблении ими из питающей сети импульсных, сильно искаженных несинусоидальных токов, содержащих в себе высшие гармоники (ВГ), уровни которых довольно высоки.

Анализ характера нагрузки жилых и административных зданий позволяет сделать вывод о том, что в современных квартирах и офисах практически не осталось приборов и техники, потребляющей из сети чисто синусоидальный ток. Это обстоятельство дает повод задуматься о вероятных проблемах, связанных с ВГ в электрических сетях таких потребителей.

Методика исследования

Основой для исследований является разработанная авторами имитационная Simulink-модель, созданная в среде компьютерного комплекса MatLab. Данная модель позволяет рассчитывать и строить кривые токов, потребляемых бытовыми однофазными ЭП из питающей сети, а также кривые напряжений в системе электроснабжения (СЭС) таких ЭП.

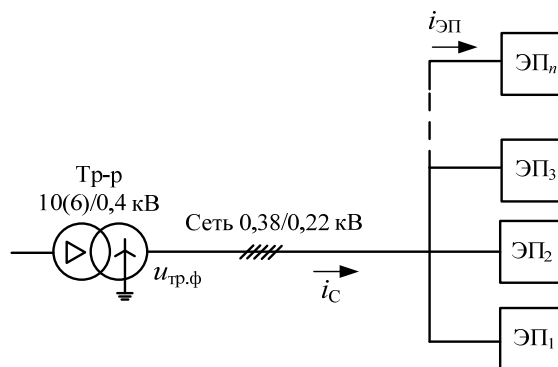


Рис. 1. Система электроснабжения

На рис. 1 изображена СЭС группы однофазных ЭП в количестве N единиц, расположенных в административном здании: $i_{\text{ЭП}}$ – ток одного (отдельного) ЭП; i_{Σ} – суммарный всех ЭП; $u_{\text{тр.ф}}$ – фазное напряжение на выходе питающего трансформатора. Для большей ясности положим, что данными ЭП являются персональные компьютеры (ПК) одинаковой конфигурации, потребляющие одинаковую активную мощность.

В процессе исследований оценивались следующие показатели, характеризующие влияния однофазных электроприемников на качество электроэнергии в СЭС жилых и административных зданий:

– относительные значения токов и напряжений ВГ $I_{(k)}$, % и $U_{(k)}$, % соответственно:

$$I_{(k)}, \% = \frac{I_{(k)}}{I_{(1)}} 100 \%, \quad U_{(k)}, \% = \frac{U_{(k)}}{U_{(1)}} 100 \%; \quad (1)$$

– коэффициенты THD_I и THD_U (Total Harmonic Distortion) соответственно для токов и напряжений:

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^K I_{(k)}^2}}{I_{(1)}} 100 \%; \quad THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^K U_{(k)}^2}}{U_{(1)}} 100 \%, \quad (2)$$

где $I_{(k)}$ – ток k -й гармоники, А; $I_{(1)}$ – ток 1-й гармоники (основной частоты), А; $U_{(k)}$ – напряжение k -й гармоники, В; $U_{(1)}$ – напряжение 1-й гармоники (основной частоты), В; K – количество учитываемых гармоник.

Следует отметить, что коэффициент THD_U имеет тот же смысл и рассчитывается по такому же выражению, что и определенный [2] в качестве показателя качества электроэнергии коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , а величина $U_{(k)}$ идентична коэффициенту n -й гармонической составляющей напряжения в [2].

Результаты исследований. С использованием разработанной *Simulink*-модели были проведены исследования влияния:

– активной мощности $P_{\text{ПК}}$, потребляемой одним единственным подключенным к СЭС ПК, на уровне ВГ его тока $i_{\text{ПК}}$ (результаты на рис. 2);

– суммарной активной мощности $P_{\text{ПК.}\Sigma}$ всех ПК, подключенных к СЭС здания, на уровне ВГ тока $i_{\text{ПК}}$ одного ПК (результаты на рис. 3 и 4);

– суммарной активной мощности $P_{\text{ПК.}\Sigma}$ всех ПК, подключенных к СЭС здания, на уровень искажения синусоидальности кривой напряжения $u_{\text{тр.ф}}$ на выводах обмотки низшего напряжения питающего трансформатора (результаты на рис. 5).

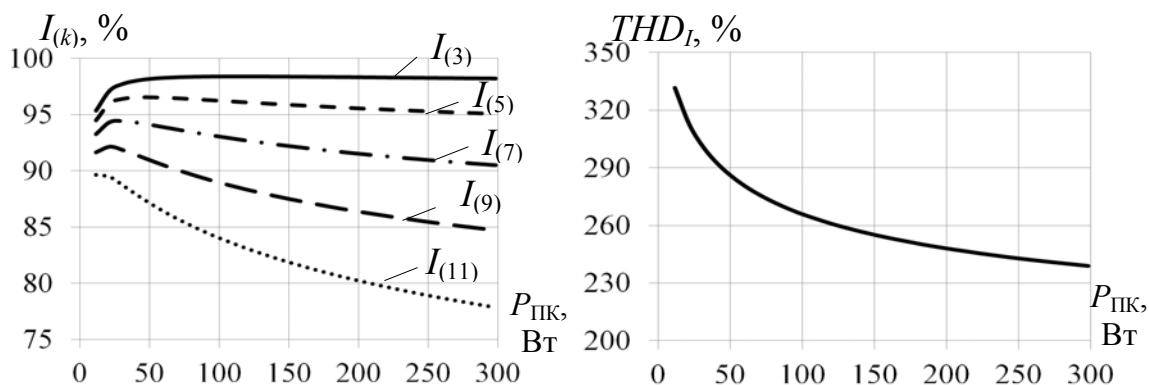


Рис. 2. Зависимости уровней ВГ и параметра THD_I тока одного единственного ПК, подключенного к СЭС, от потребляемой им активной мощности

Анализируя зависимости, представленные на рис. 2, можно сделать вывод о том, что с увеличением рабочей мощности одного ПК относительный уровень ВГ потребляемого им тока заметно снижается, а форма кривой тока улучшается. Тем не менее, абсолютные значения токов ВГ растут, поскольку растет потребляемая ПК мощность.

Результаты исследований, представленные на рис. 3 и 4, позволяют заключить, что с увеличением доли однофазной нагрузки $P_{ПК\Sigma}$, пропорциональной количеству подключенных ПК, по отношению к номинальной мощности питающего трансформатора $S_{Т.НОМ}$ форма тока каждого отдельного ПК улучшается, а относительный уровень ВГ его снижается.

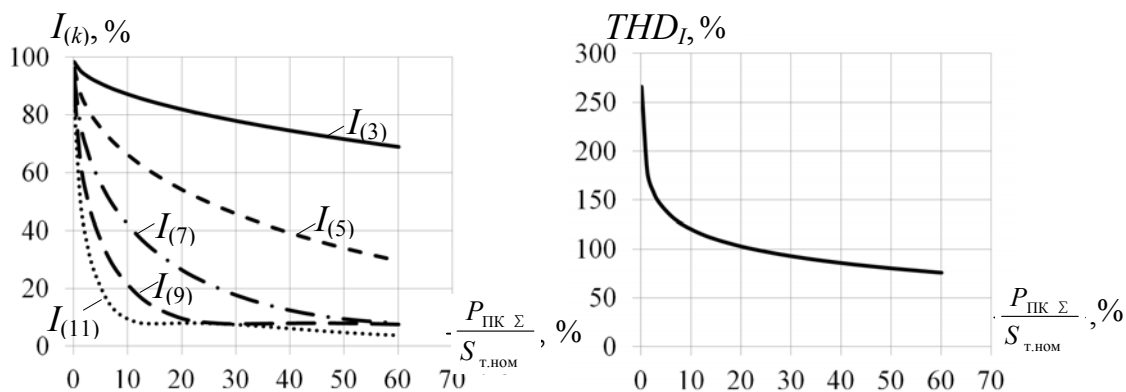


Рис. 3. Зависимости уровней ВГ и параметра THD_I тока каждого отдельного ПК от отношения $P_{ПК\Sigma}$ к $S_{Т.НОМ}$

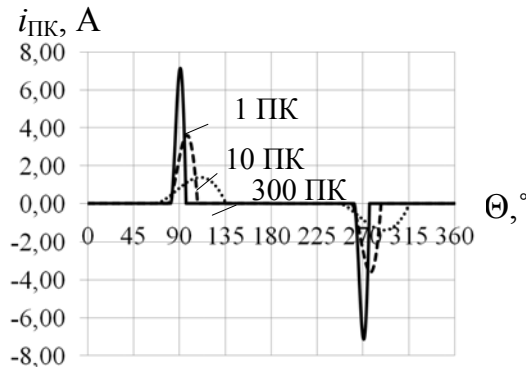


Рис. 4. Кривая тока одного ПК мощностью 100 Вт для различного числа ПК, подключенных к СЭС

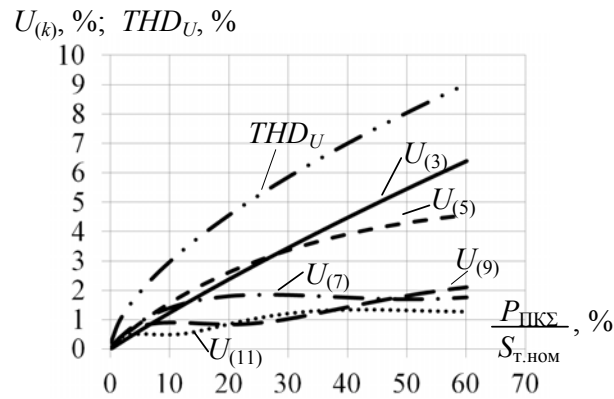


Рис. 5. Зависимости уровней ВГ и параметра THD_U напряжения $u_{тр.ф}$ от отношения $P_{ПК\Sigma}$

Анализ влияния суммарной мощности (общего числа) подключенных к СЭС однофазных ЭП (в нашем случае это ПК единичной мощностью 100 Вт) на качество напряжения в сети показал (рис. 5), что если суммарная мощность ПК превышает 50 % от номинальной мощности питающего трансформатора, то степень искажения синусоидальности кривой фазного напряжения на выводах последнего может не соответствовать требованиям действующего стандарта [2].

В рассмотренном нами случае $U_{(3)}$ и $U_{(9)}$ превышают соответствующие допустимые 5 и 1,5 % при значениях $P_{ПК\Sigma} / S_{Т.НОМ} > 45$ %, а уровень THD_U (коэффициент K_U согласно [2]) выше допустимых 8 % при $P_{ПК\Sigma} / S_{Т.НОМ} > 50$ %.

Литература

1. Arrillaga, J. Power system harmonics / J. Arrillaga, N. R. Watson. – Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2003. – 399 p.
2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109–97. – Введ. 01.01.99. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1997. – 30 с.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т. Н. Никулина

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

Научный руководитель А. В. Овсянник

При проектировании изделий, предназначенных для нагрева или охлаждения воздуха выполняют теплотехнический расчет теплообменных аппаратов.

Наиболее трудной задачей является определение коэффициентов теплоотдачи к воздуху от стенки аппарата и от второй, участвующей в теплообмене среды, к той же стенке. Известно, что аналитическое решение теплоотдачи твердому телу для практических задач пока не найдено, поскольку не удается получить уравнения для распределения скоростей и температур в среде, омывающей твердое тело. Значительная часть сведений о процессах переноса теплоты получена экспериментально, а инженерные расчеты теплоотдачи в основном построены на экспериментальных сведениях. Аэродинамическое и гидравлическое сопротивление, протекающие через теплообменник сред, также рассчитывают по данным экспериментальных исследований.

Для получения требуемых при расчете зависимостей испытывают серию теплообменников в номинальных условиях. Применительно к трубчато-пластинчатым теплообменникам серию представляют аппараты с трубками одного диаметра и пластинами одной конфигурации, испытываемые на одном и том же тепло- или хладоносителе. На основании полученных данных разрабатывают таблицы, диаграммы, графики и т. п. для характеристик теплообменников при иных условиях работы: начальных температурах сред, скоростях тепло- или хладоносителя, давлении пара, концентрациях растворов. Как правило, диапазон представленных условий соответствует применяемому на практике. При этом точность таблиц и диаграмм обеспечивается тем, что диапазон скоростей воздуха и шагов ребер должны соответствовать исследованным при испытаниях. Преимущество экспериментального метода получения данных о теплопередаче и потерях давления сред в том, что можно получить эту информацию, не имея полного представления о механизмах протекающих процессов и затем уверенно ею пользоваться.

Однако результаты испытаний можно применять только к теплообменникам с такими же конструктивными элементами, что у испытанной серии. Испытания, их обработка, изготовление аппаратов для испытаний и самого испытательного оборудования трудоемки, дороги и требуют значительного времени.

Систематизация и анализ данных испытаний способствуют разработке аналитических и численных методов и разработке в дальнейшем на их основе более эффективных теплообменников: с более высокими коэффициентами теплоотдачи и сниженными потерями давления сред. А пока только эксперименты и эмпирические зависимости показывают, является ли теплообменный аппарат новой конструкции эффективнее предыдущих, и не указывают, что следует сделать, чтобы увеличить его эффективность.

Стенд предлагается использовать как для проведения квалификационных, приемочных, периодических испытаний теплообменников, проведения исследований влияния различных технологий изготовления теплообменника и материалов на теплотехнические свойства изделий.

Состав стенда включает в себя:

– аэродинамическую установку;

- водяной контур;
- воздушный контур;
- контур хладагента (холодильная машина).

Испытательный стенд (рис. 1) состоит из двух блоков, каждый блок разделен перегородкой. Блок 1 предназначен для испытания водяных воздухоохладителей и воздухонагревателей, блок 2 предназначен для испытания испарителей и конденсаторов.

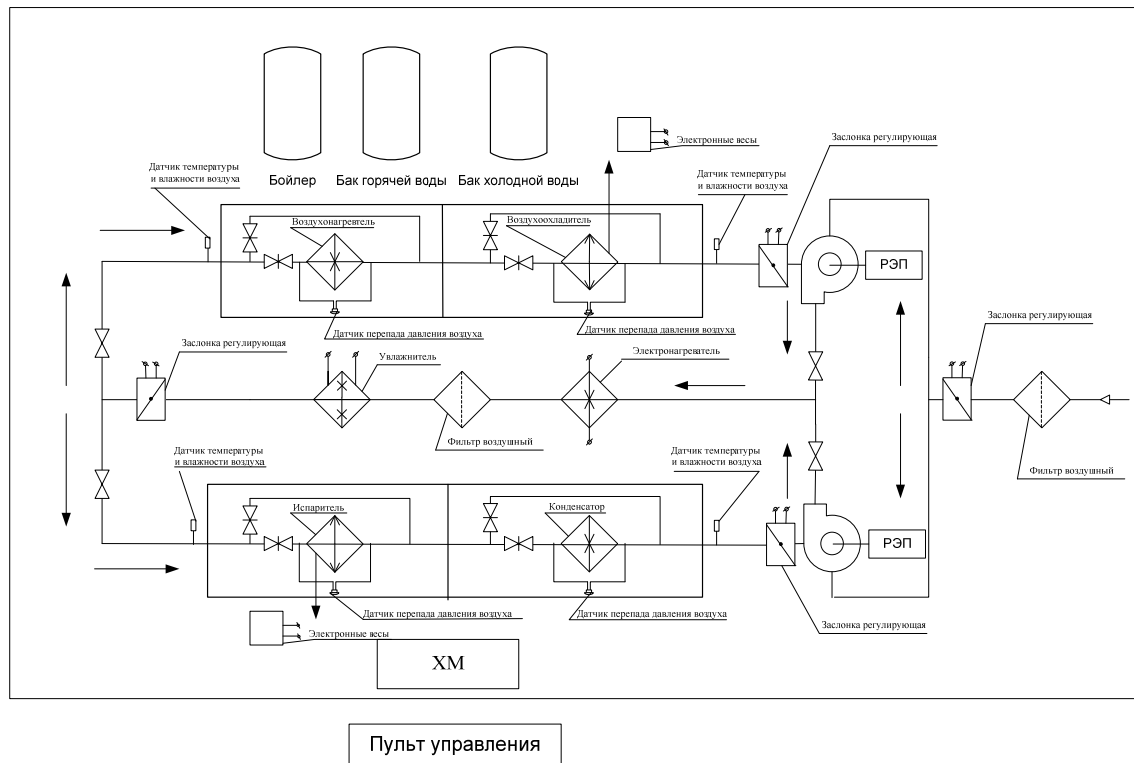


Рис. 1. Принципиальная схема испытательного стенда

Принцип действия установки следующий: воздух забирается с улицы и вентиляторами нагнетается в систему обработки воздуха, состоящую из электронагревателя, воздушного фильтра, увлажнителя. Расход воздуха регулируется заслонками. Далее подготовленный воздух поступает в блок 1 или блок 2, или одновременно в оба блока. В блоке 1 можно одновременно испытывать воздухонагреватель и воздухоохладитель, также существует возможность проведения испытаний отдельно (обеспечивается наличием байпаса в каждой камере).

Конструкция испытательного стенда обеспечивает измерение и регистрацию следующих параметров (табл. 1).

Объем выполняемых измерений для определения теплотехнических характеристик теплообменного оборудования

| Параметр | Объем выполняемых измерений для определения | | |
|--|---|---------------------------------|-------------------------------|
| | коэффициента теплопередачи | аэродинамического сопротивления | гидравлического сопротивления |
| Атмосферное давление воздуха, P_b , кПа | + | + | – |
| Температура воды на входе воздухонагревателя, t'_{w} , °С | + | + | – |
| Температура воды на входе и на выходе воздухонагревателя, t''_{w} , °С | + | – | – |
| Температура воздуха на входе воздухонагревателя, t'_{a} , °С | + | + | – |
| Температура воздуха на выходе воздухонагревателя, t''_{a} , °С | + | – | – |
| Разность давлений воздуха в расходомере, ΔP , кПа | + | + | – |
| Разность давлений воздуха на входе и выходе воздухонагревателя, ΔP_e , кПа | – | + | – |
| Разность давлений воды на входе и выходе воздухонагревателя, ΔP_w , кПа | – | – | + |
| Температура воды на входе воздухоохладителя, t'_{w} , °С | + | + | – |
| Температура воды на выходе воздухоохладителя, t''_{w} , °С | + | – | – |
| Температура воздуха на входе воздухоохладителя, t'_{a} , °С | + | + | – |
| Температура воздуха на выходе воздухоохладителя, t''_{a} , °С | + | – | – |
| Разность давлений воздуха на входе и выходе воздухоохладителя, ΔP_e , кПа | – | + | – |
| Разность давлений воды на входе и выходе воздухоохладителя, ΔP_w , кПа | – | – | + |
| Температура воздуха на входе испарителя, t_{e1_u} , °С | + | + | – |
| Температура воздуха на выходе испарителя, t_{e2_u} , °С | + | – | – |
| Температура кипения и конденсации хладагента, $t_{н}$, °С | + | + | – |
| Температура воздуха на входе и на выходе конденсатора | + | – | – |
| Температура всасывания паров хладагента, $t_{вс}$, °С | + | – | – |
| Температура хладагента перед дросселем, $t_{д}$, °С | + | – | – |

Для обеспечения точности измерений было выбрано соответствующее оборудование с классом точности не ниже 0,5 (табл. 2). Все датчики и приборы имеют последовательный интерфейс типа RS-232 или RS-485, что позволяет использовать РС-совместимый промышленный контроллер для подключения устройств и передачи данных по протоколу Modbus и дальнейшей их обработки на компьютере.

Перечень оборудования для испытательного стенда

| Измеряемый параметр | Прибор |
|---|---|
| Перепад давлений | Датчик-реле избыточного давления или разности давлений для промышленности и лабораторных исследований |
| Расход воды | Электромагнитный расходомер СИМАГ 11 |
| Расход воздуха | Расходомер Ирвис-К-300 |
| Температура и влажность воздуха | Электронный цифровой термометр-психрометр |
| Температура | Интеллектуальный термометр термопары ZET7020 TermoTC-485 |
| Избыточное и вакуумметрическое давление | Прецизионный цифровой манометр ДМ5002 |
| Давление | Манометр цифровой МЦ-1,6 |
| Масса конденсата | Электронные весы ViBRA CJ-820ER |
| Ток | Амперметр Omix P44-A-1-0,5-RS |
| Напряжение | Вольтметр ЦВ2101 |
| Мощность тока | Ваттметр CP3010/2-232,485 |

Таким образом, испытательный стенд позволит проводить теплотехнические испытания теплообменного оборудования, а программное обеспечение – вести автоматическую регистрацию параметров с занесением измеренных и рассчитанных параметров в файл протокола измерений; одновременный расчет влагосъема, холодо- и теплопроизводительности; отображение в процессе измерений графика измеряемых величин в реальном времени.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А. А. Нижников

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

Научный руководитель А. В. Овсянник

Для устойчивого экономического развития страны должна быть обеспечена энергетическая поддержка, которая включает в себя также экологический аспект. В ближайшее время в промышленности Республики Беларусь необходимы существенные структурные перестройки, требующие значительных инвестиций, которые должны быть направлены, в первую очередь, на более рациональное и эффективное использование тепловой энергии. Этот вопрос актуален в первую очередь по той простой причине, что климат в нашей стране относительно холодный, а это значит, 25–30 % энергии тратится на обогрев помещений. Чтобы использовать ее рационально, необходимо детально проанализировать современные технологии, направленные на снижение энергозатрат, отдав предпочтение наиболее эффективным.

Развитие и применение той или иной энергетической технологии могут стимулировать и последние международные договоренности, направленные на стабилиза-

цию и уменьшение выбросов «парниковых» газов, в первую очередь, Монреальский и Киотский протоколы. Ограничения, наложенные на эмиссию фреонов, являются реальной мотивацией отказа от использования фреонов в системах охлаждения и нагрева. С одной стороны, это стимулирует развитие компрессионных тепловых машин, где используются естественные рабочие тела. С другой, открывает «нишу» для химических и сорбционных тепловых машин, которые могут сыграть большую роль в уменьшении выбросов «парниковых газов», а также привести к значительной экономии органического топлива за счет использования тепловых отходов энергетики, различных промышленных производств, жилищно-коммунального хозяйства и природных источников низкотемпературного тепла». Так же стимулированием применения ТНУ является рост стоимости топлива.

Одним из наиболее эффективных решений вышеуказанных проблем является использование тепловых насосов. «Тепловой насос – это термодинамическая система, позволяющая трансформировать теплоту с низкого температурного уровня на более высокий. Данные машины предназначены для получения горячей воды и воздуха, используемых для отопления и горячего водоснабжения. Необходимым условием для их применения является наличие низкотемпературного источника теплоты, непригодного по своим температурным параметрам для обогрева окружающей среды. В настоящее время в мире определилось два основных принципиальных направления в развитии тепловых насосов: парокомпрессионные тепловые насосы (далее – ПТН) и сорбционные (аб/адсорбционные) тепловые насосы (далее – АТН)».

По низкотемпературному источнику теплоты и нагреваемой среде ПТН делятся на типы: «вода–вода», «воздух– вода», «воздух–воздух», «вода–воздух», «грунт–вода», «грунт–воздух». По типу используемого компрессорного оборудования – на спиральные, поршневые, винтовые и турбокомпрессорные. По виду привода компрессора — на электроприводные, с приводом от двигателя внутреннего сгорания, газовой или паровой турбины.

В качестве рабочего тела в данных машинах используются хладоны – преимущественно фторсодержащие углеводороды (фреоны). Низкопотенциальным источником тепловой энергии для испарителей тепловых насосов является тепло грунта, а также тепло удаляемого вентиляционного воздуха. В мире по прогнозам Мирового Энергетического Комитета к 2020 г. доля грунтовых тепловых насосов в теплоснабжении составит 75 %. Общий объем продаж выпускаемых за рубежом грунтовых тепловых насосов составляет 125 млрд долл. США, что превышает мировой объем продаж вооружений в 3 раза. Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла грунта грунтовых тепловых насосов, используемых для обогрева и кондиционирования зданий, являются вертикальные теплообменники коаксиального типа, расположенные снаружи по периметру здания. Эти теплообменники представляют собой скважины глубиной от 30 до 50 м каждая, устроенные вблизи дома.

Поскольку режим работы тепловых насосов, использующих тепло земли и тепло удаляемого воздуха, постоянный, а потребление горячей воды – переменное, система горячего водоснабжения оборудована баками-аккумуляторами. Например, в Швеции 350 тыс. домов обогреваются тепловыми насосами. Население этой страны составляет в настоящее время 9 млн человек. Количество индивидуальных домов (на семью) – около 1,6 млн, включая летние домики. Среди этой группы населения 550 тыс. человек используют в качестве источника энергии для обогрева электричество, 224 тыс. – электричество в сочетании с дровами, 104 тыс. – централизованное теплоснабжение (для новых домов). Около 350 тыс. домов обогревается тепловыми насосами различных типов.

Помимо широко используемых парокомпрессионных электрических тепловых насосов применяются также неэлектрические сорбционные тепловые насосы АТН (абсорбционные и адсорбционные). АТН делятся на два основных вида – водоаммиачные и солевые. В водоаммиачных АТН абсорбентом является вода, а хладагентом – аммиак. В солевых машинах абсорбентом является водный раствор соли, а хладагентом – вода. В мировой практике используют преимущественно солевые АТН.

Циклы переноса теплоты совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных тепловых насосов, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл. По отечественной классификации абсорбционные бромисто-литиевые машины классифицируются на повышающие и понижающие (более распространенные) термотрансформаторы. По виду потребляемой высокотемпературной теплоты они подразделяются на машины с паровым (водяным) и с огневым обогревом на газообразном или жидком топливе. По термодинамическому циклу АТН бывают с одноступенчатой или двухступенчатой схемой регенерации раствора и двухступенчатой абсорбцией. В адсорбционных тепловых насосах вместо жидких сорбентов применяются твердые (силикагели, цеолиты, активированный уголь и т. д.). При использовании тепловых отходов (или солнечной энергии) сорбционные холодильники всегда являются экологически более чистыми и экономически более выгодными, чем компрессионные.

При регенерации путем сжигания природного газа сорбционные устройства охлаждения могут быть экологически более чистыми только в исключительных случаях, поэтому для уменьшения выбросов вредных веществ целесообразно развивать компрессионные устройства с высоким холодильным коэффициентом (ХК 4). Сорбционные тепловые насосы с коэффициентом усиления КУ(COP) > 1 являются и экологически более чистыми и экономически более выгодными, чем газовые нагреватели. При $KU_{\text{сорб}} = 1,7$ потребление природного газа уменьшается на 41 %, а при $KU_{\text{сорб}} = 1,5$ – на 33 %, что представляет большой практический интерес.

Сорбционные реверсивные тепловые насосы (теплота + холод) позволяют получить от 20 до 30 кВт/м³ тепловой энергии и до 5 кВт холода на кубический метр сорбента. Такие тепловые насосы экономят до 15–20 % первичной энергии (топлива) для производства электричества, теплоты и холода.

Как отметил Л. Л. Васильев, для эффективной реализации преимуществ использования АТН необходимо осуществить программу модернизации пара котельных установок и промышленных печей, добавив к ним неэлектрические сорбционные тепловые насосы, что позволит на 20–30 % уменьшить потребление первичного топлива (газ, мазут, дрова, торф и т. д.) при сохранении той же производительности энергетического оборудования. Данная модернизация обойдется значительно дешевле, чем дополнительное строительство котельных установок и печей, поскольку нет необходимости в осуществлении капитального строительства. Размещение тепловых насосов происходит на уже существующих площадях, занимаемых печным и котельным оборудованием.

В качестве низкотемпературного источника энергии подобных тепловых насосов используются водные бассейны, грунтовые воды, отработанная вода и пар промышленных производств, а также вторичные и альтернативные источники энергии.

На данный момент в Беларуси установлены и успешно эксплуатируются более 80 систем ТНУ.

Вот лишь некоторые объекты, на которых используются ТНУ:

- В минском метрополитене установлены 22 ТНУ общей тепловой мощностью 403 кВт.

- На ОАО «ГродноАзот» установлены ТНУ общей тепловой мощностью более 2000 кВт.
- На ПРУП «Завод Транзистор» установлена ТНУ тепловой мощностью 1395 кВт.
- На ОАО «ГродноХимволокно» установлена ТНУ тепловой мощностью около 1400 кВт.
- На КПУПП «Брестводоканал» уситановлены три ТНУ по 180 кВт каждая.
- На УП «Минскводоканал» установлена ТНУ 80 кВт и еще 25 ТНУ единичной мощностью от 20 до 122 кВт.
- В РУП «Гомельэнерго» эксплуатируется 3 ТНУ мощностью 50/65,4/80,6 кВт.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ МИКРОДУГОВОМ ОКСИДИРОВАНИИ

П. А. Адаменко

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

Научный руководитель С. В. Пискунов

В качестве конструкционных материалов в авиа-, судо-, машино-, приборостроении и других отраслях техники широко используются алюминиевые сплавы, для которых характерна высокая удельная прочность и хорошая обрабатываемость. Для придания ряда функциональных свойств таким сплавам необходима модификация их поверхности. Микродуговое оксидирование (МДО) считается наиболее перспективным способом нанесения оксидно-керамических покрытий различного функционального назначения на изделиях из алюминиевых сплавов, так как позволяет получать на их поверхности покрытия с более высокими физико-химическими и механическими свойствами по сравнению с покрытиями, получаемыми другими методами [1].

Целью данной работы является изучение влияния токовых режимов на свойства МДО-покрытий и оценка энергозатрат в зависимости от различных токовых режимов.

Формирование покрытий осуществляли на экспериментальной установке, включающей в себя источник питания, электролитическую ванну с системой крепления деталей и водяной рубашкой охлаждения. Микродуговое оксидирование осуществляли в гальваностатическом режиме. В качестве электролита использовали силикатно-щелочной электролит различной концентрации:

- 1) состав 1: 25 г/л жидкого стекла и 6 г/л гидроксида калия;
- 2) состав 2: 75 г/л жидкого стекла и 18 г/л гидроксида калия.

Покрытия наносили на пластинки из алюминиевого сплава АД1. Для оценки энергозатрат использовали прибор ПРМ, регистрирующий мгновенные и действующие значения тока и напряжения, значения которых затем обрабатывались в программной среде Matlab. Погрешность результатов не превышала 5%. Для контроля тока и напряжения на ванне к установке подключали двулучевой осциллограф С1-77. Сигнал тока выводили на осциллограф через балластное сопротивление $R = 3,9$ Ом. Сигнал напряжения выводили через делитель 1 : 100.

Для оценки энергозатрат при микродуговом оксидировании алюминиевых деталей использовалась лабораторная установка, позволяющая получать на выходе источника питания следующие токовые режимы обработки:

- переменный ток частоты 50 Гц;
- двухполупериодный выпрямленный ток частоты 50 Гц;
- однополупериодный выпрямленный ток частоты 50 Гц.

На рис. 1–3 приведены характерные кривые мгновенных значений тока и напряжения, регистрируемые прибором ПРМ в зависимости от режимов формирования

оксидно-керамических покрытий и осциллограммы тока. Регистратор тока и напряжения включен по схеме в первичную цепь трансформатора, что позволяет оценивать потребляемую энергию всей установки (без учета потерь в проводах и трансформаторе). На этих рисунках кривая напряжения выглядит в форме синусоиды. Форма кривой тока не подчиняется гармоническому закону и определяется электрохимическими процессами, происходящими внутри электролитической ванны и вентильными свойствами оксидно-керамических покрытий.

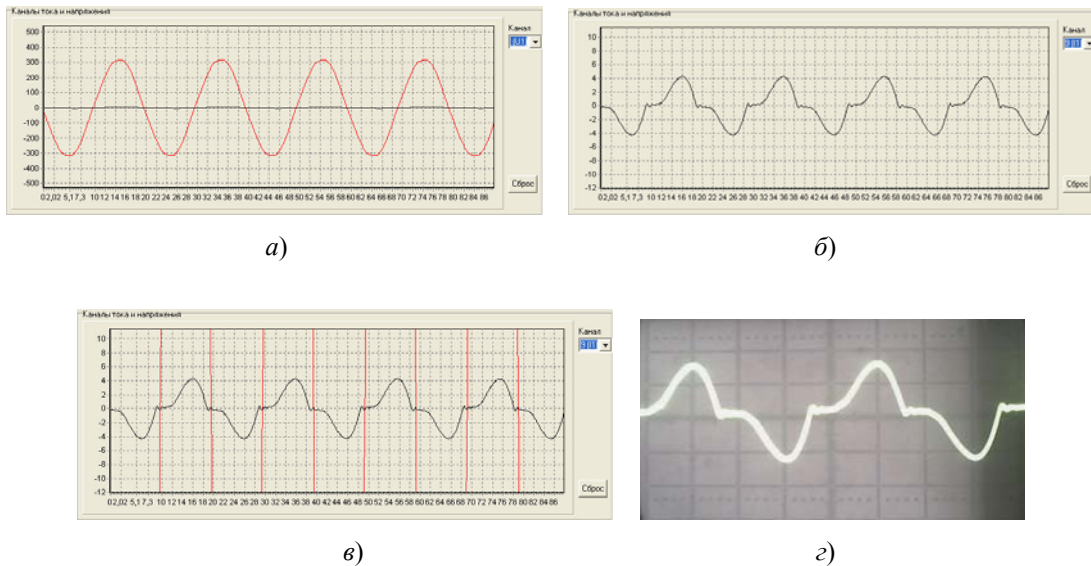


Рис. 1. Переменный ток. Форма кривых: а – напряжения; б – тока; в – напряжения и тока; з – осциллограмма тока

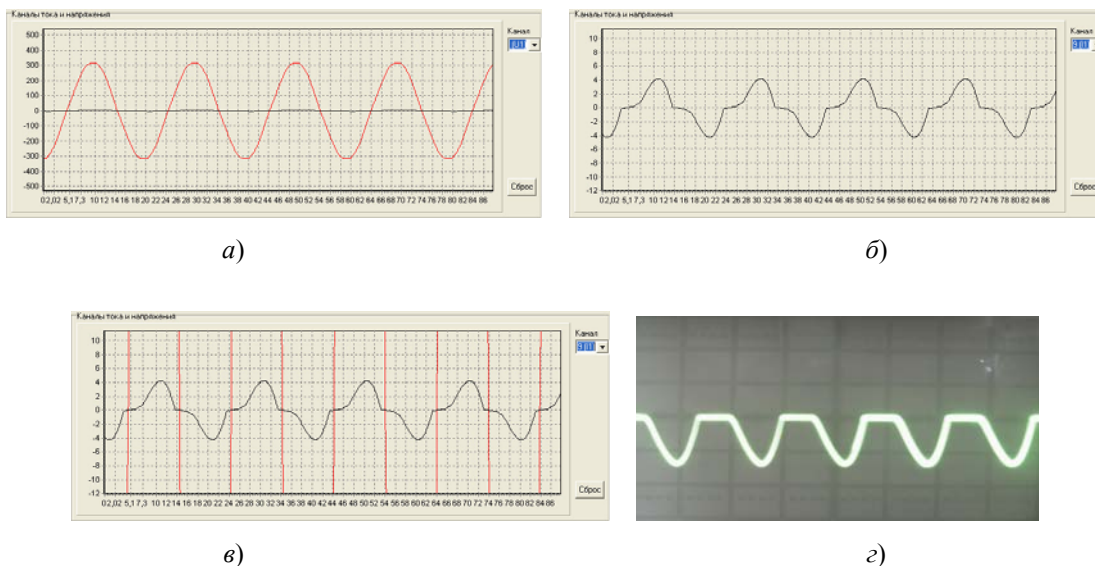


Рис. 2. Двухполупериодный выпрямленный ток. Форма кривых: а – напряжения; б – тока; в – напряжения и тока; з – осциллограмма тока

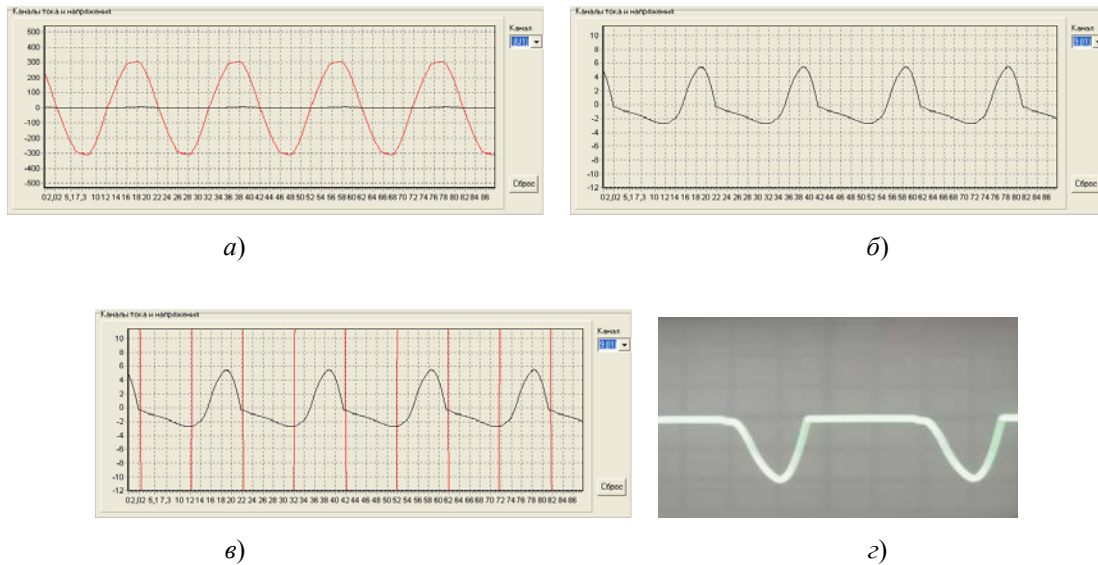


Рис. 3. Однополупериодный выпрямленный ток. Форма кривых: *a* – напряжения; *б* – тока; *в* – напряжения и тока; *г* – осциллограмма тока

Несимметричность анодной и катодной составляющих однополупериодного выпрямленного тока можно объяснить намагничиванием магнитопровода трансформатора (несимметричный гистерезисный цикл).

В табл. 1 и 2 представлены параметры МДО (плотность тока, время оксидирования, конечное напряжение для заданного интервала времени), энергозатраты на получение МДО-покрытий и толщина оксидно-керамических покрытий в зависимости от токовых режимов.

Таблица 1

Параметры МДО для состава 1

| Ток | Состав 1 | | $U_{\text{кон}}, \text{В}$ | Энергозатраты W , $\text{кВт} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^{-2}$ | Толщина h , мкм |
|-------------------|------------------------------------|-----------|----------------------------|--|----------------------|
| | $j, \text{А} \cdot \text{дм}^{-2}$ | t , мин | | | |
| Переменный | 2,78 | 5 | 437 | 11,12 | 12 |
| | | 20 | 460 | 46,78 | 27 |
| | | 40 | 475 | 98,26 | 39 |
| Двухполупериодный | 5,56 | 5 | 435 | 21,53 | 15 |
| | 2,78 | 5 | 410 | 10,72 | 9 |
| | | 20 | 440 | 46,52 | 21 |
| | | 40 | 465 | 99,67 | 31 |
| Однополупериодный | 5,56 | 5 | 485 | 19,51 | 13 |

Таблица 2

Параметры МДО для состава 2

| Ток | Состав 2 | | $U_{\text{кон}}, \text{ В}$ | Энергозатраты W , $\text{кВт} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^{-2}$ | Толщина h , мкм |
|-------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|--|----------------------|
| | $j, \text{ А} \cdot \text{дм}^{-2}$ | t , мин | | | |
| Переменный | 2,78 | 5 | 400 | 10,09 | 17 |
| | | 20 | 450 | 44,36 | 47 |
| | | 40 | 430 | – | – |
| Двухполупериодный | 5,56 | 5 | 405 | 20,95 | 24 |
| | 2,78 | 5 | 390 | 9,92 | 14 |
| Однополупериодный | 5,56 | 5 | 450 | 17,81 | 20 |

Из полученных экспериментальных данных видно, что повышение концентрации в 3 раза не повлияло с учетом погрешности на потребление установкой электроэнергии, хотя и уменьшилось конечное напряжение формирования оксидно-керамических покрытий. Толщина покрытий при этом увеличилась на 30–38 %. Получить качественные покрытия на переменном токе свыше 40 мин при использовании электролита составом 2 не удалось. Полученные покрытия были неоднородные и рыхлые. Увеличение плотности тока в 2 раза коррелирует с повышением значений энергозатрат. Увеличение времени оксидирования с 5 мин до 20 приводит к увеличению потребляемой энергии примерно в 4,3 раза, а с 20 до 40 мин – в 2,1 раз. Использование переменного или выпрямленного тока для формирования МДО-покрытий при одной и той же плотности тока существенной роли не играет при оценке энергозатрат, однако использование переменного тока позволяет получать покрытия на 20–25 % толще, чем при использовании выпрямленного тока.

Литература

1. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Т. 2 / И. В. Суминов [и др.]. – М. : Техносфера, 2011. – 512 с.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПАРДИНАМИЧЕСКОГО ТЕРМОСИФОНА**А. В. Родин**

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

Научный руководитель А. В. Шаповалов

Одним из способов интенсификации теплообмена между твердой поверхностью и охлаждающей ее жидкостью заключается в организации пузырькового кипения в узком щелевом зазоре. Данный способ интенсификации теплообмена нашел применение в пародинамических термосифонах. Организация щелевого канала позволяет разделять потоки паровой и жидкой фазы, что уменьшает гидравлическое сопротивление. В пародинамических термосифонах пар выступает в роли движущей силы, которая проталкивает конденсирующуюся жидкость из зоны конденсации в зону испарения. Такая конструкция позволяет работать термосифону в горизонтальном положении с достаточно продолжительной зоной конденсации.

В данной работе была исследована работа пародинамического термосифона в зависимости от положения в пространстве и от величины подводимого теплового потока. Эти данные полезны для определения оптимального режима работы.

Для исследования процессов, протекающих в полости пародинамического термосифона, в государственном научном учреждении «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси» был создан экспериментальный стенд, схема которого приведена на рис. 1.

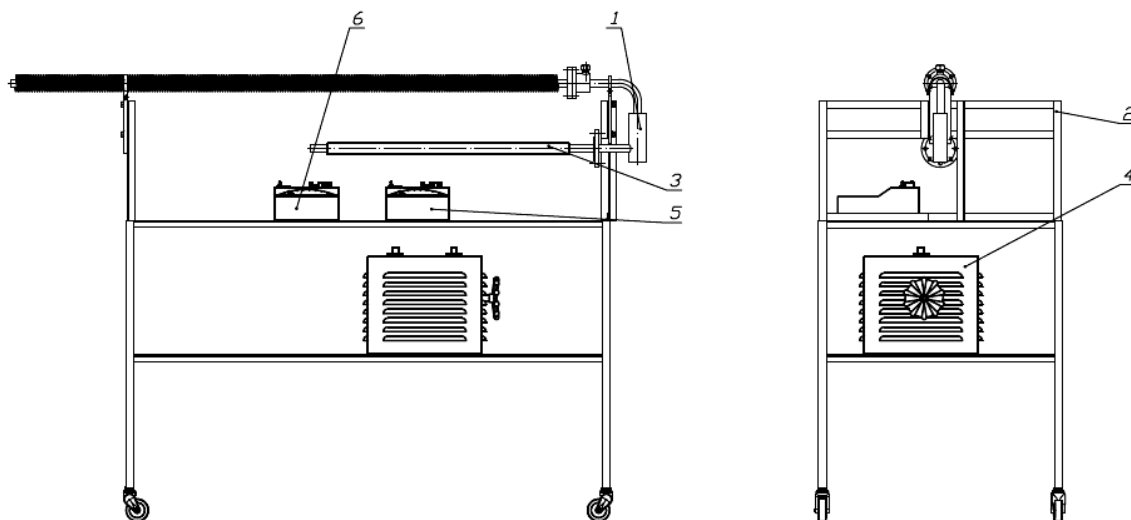


Рис. 1. Схема экспериментального стенда: 1 – пародинамический термосифон; 2 – стол; 3 – спиральный нагреватель; 4 – лабораторный автотрансформатор; 5 – амперметр; 6 – вольтметр

Пародинамический термосифон показан на рис. 2. Рабочий участок изготовлен разборным, выделяя в отдельные части испаритель с транспортной зоной и конденсатор. Соединение между ними выполнено с помощью фланцев 8 и 9. Рассмотрим более подробно конструкцию конденсатора. Он представляет из себя трубу 1 из нержавеющей стали с внешним диаметром 25 мм и толщиной стенки 2 мм. На трубе методом навивки изготовлено оребрение 2 из алюминия для улучшения условий теплоотдачи между конденсатором и окружающим его воздухом. Внутри конденсатора соосно установлена труба меньшего диаметра 3. Это необходимо для разделения потоков пара и конденсата, что приводит к улучшению теплопередающих характеристик аппарата, а также такая конструкция обеспечивает передачу тепла в горизонтальном положении на большие расстояния. Испаритель, как и конденсатор, изготовлен из трубы 4, внешний диаметр которой 25 мм, а толщина стенки 2 мм. Внутренняя труба 5 в испарителе выполняет ту же роль, что и в конденсаторе. Для обслуживания термосифона служит патрубок 7.

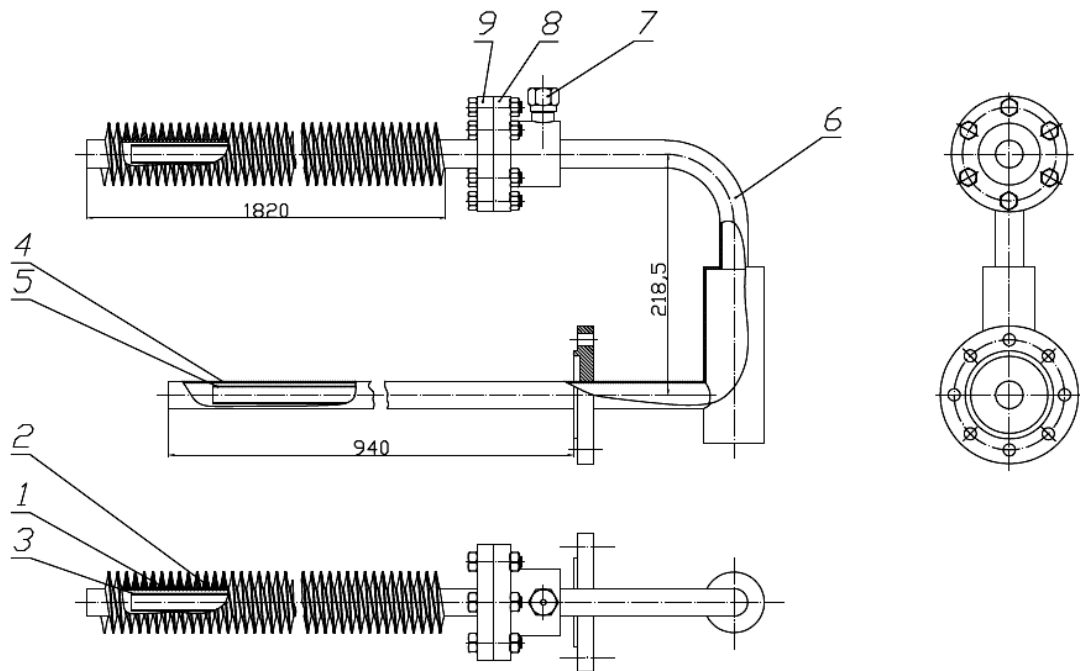


Рис. 2. Пародинамический термосифон: 1 – конденсатор; 2 – оребрение конденсатора; 3 – внутренняя труба конденсатора; 4 – испаритель; 5 – внутренняя труба испарителя; 6 – транспортная зона; 7 – патрубок; 8, 9 – фланец

Для измерения температуры использовались медь-константановые термопары (диаметр проводников 0,2 мм). Сбор и обработка информации по специальной программе производились автоматизированным комплексом.

На рис. 3, 4 изображены зависимости изменения температур в конденсаторе и испарителе во времени при различных тепловых потоках. При малых тепловых нагрузках наблюдается режим пульсации, который с повышением нагрузки исчезает. Этот эффект можно связать с неконденсирующимися газами, попавшими в полость термосифона, которые затрудняют движение парожидкостной смеси.

Важным параметром при работе любого термосифона является термическое сопротивление конденсатора, испарителя и всего термосифона. Зависимость термического сопротивления от подводимого теплового потока представлена на рис. 5. Как видно из рисунка, при изменении угла наклона термическое сопротивление увеличивается и при некоторых углах наклона пародинамический термосифон перестает работать. Под выходом из работы подразумевается увеличение температура в испарителе и уменьшение температуры в конденсаторе.

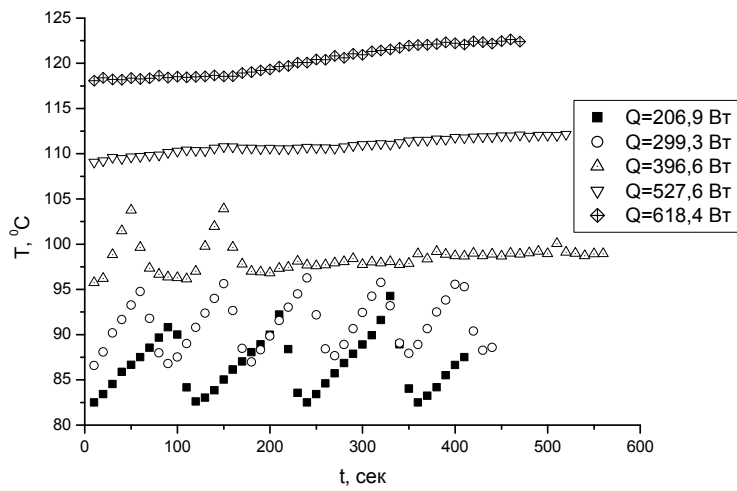


Рис. 3. Зависимости изменения температур в испарителе

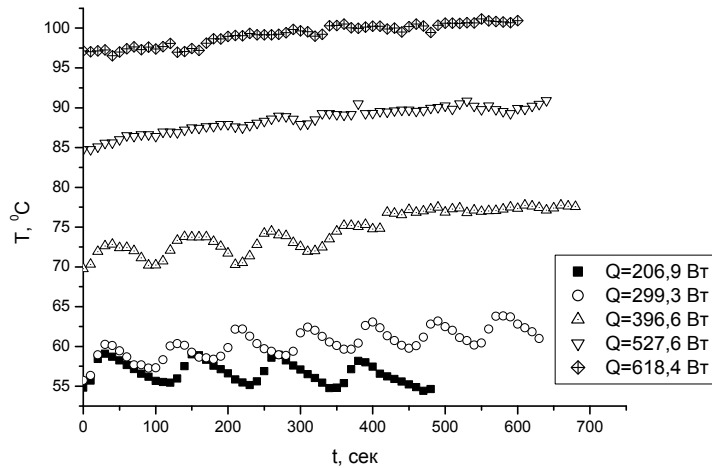


Рис. 4. Зависимости изменения температур в конденсаторе

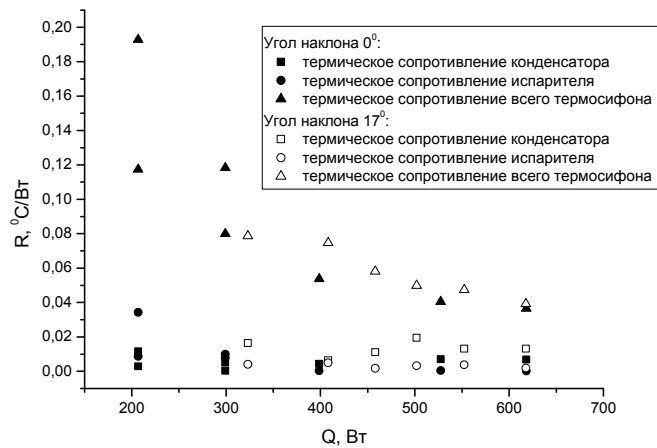


Рис. 5. Зависимости термического сопротивления от подводимого теплового потока

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ

В. В. Попичев

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

Научный руководитель Д. И. Зализный

Цель исследования: подготовка материала для разработки математической модели тепловых процессов, происходящих в асинхронном двигателе (АД), которая предназначена для обеспечения раннего выявления дефектов электрической машины.

В соответствии с разнообразием условий теплоотвода для теплового расчета электрических двигателей используются различные методы:

1. *Метод точного или приближенного аналитического решения уравнений для трех- или двухмерных температурных полей* обычно применяется при значительной неравномерности поля. При этом зачастую требуются определенные упрощения геометрической формы и граничных условий в математической модели.

2. *Численный метод сеток* применяется в подобных случаях, но не требует значительных упрощений формы рассчитываемых областей пространства.

3. *Метод одномерного температурного поля* применяется для расчета распределения температуры по длине обмоток и других частей электрических машин. Основан на приведении трех- и двухмерных полей к одномерному путем упрощенного представления теплопередачи вдоль всех осей координат, кроме одной, с помощью дискретных параметров (тепловых сопротивлений).

4. *Метод эквивалентных тепловых схем (ЭТС)* получил наибольшее распространение ввиду простоты и достаточной точности расчета. Недостаток метода заключается в том, что он дает не полную картину температурного поля, а только некоторые средние значения температуры для отдельных элементов машины.

Метод ЭТС основан на использовании тепловых сопротивлений, которые соединяются в тепловую сеть, имитирующую реальные пути передачи тепловых потоков в машине, и предполагает аналогию теплового потока с электрическим током, основанную на одинаковой форме основного закона теплопроводности (закона Фурье) и электрического тока (закона Ома).

Для детального расчета значений температур используют подробные ЭТС.

Узлы тепловой схемы имитируют отдельные части двигателя. Если в какой-либо части двигателя присутствуют распределенные по объему источники теплоты, то при составлении эквивалентной тепловой схемы они заменяются сосредоточенным источником (источником теплового потока), помещенным в узел, имитирующий эту часть. Узлы с внутренним тепловыделением на схеме обозначаются кружками, узлы без тепловыделения – точками.

Однако пользоваться подробными схемами с большим количеством узлов целесообразно лишь в редких случаях (например, при проектировании системы охлаждения машины).

В практических расчетах удобнее использовать упрощенные ЭТС (рис. 1). Упрощения состоят в том, что симметричные узлы подробной схемы, находящиеся в приблизительно одинаковых условиях, объединяются (лобовые части обмотки, воздух внутри машины, подшипниковые щиты) и эквивалентными преобразованиями тепловая схема преобразовывается в схему с меньшим количеством узлов – источников тепловыделения. Объединение узлов, по сути, является заменой нескольких источников тепловыделения, сгруппированных по определенным признакам, в один.

Основные факторы, определяющие точность расчета по ЭТС, следующие:

– точность задания источников теплоты, т. е. потерь;
 – точность определения тепловых проводимостей Λ , которые в свою очередь зависят:

а) от коэффициентов теплопроводности λ , которые подвержены значительному разбросу по технологическим причинам, под влиянием появления воздушных промежутков и т. п.;

б) от коэффициентов теплоотдачи α , поскольку имеющиеся для их определения эмпирические формулы и графики не могут учесть всех влияющих факторов и условий.

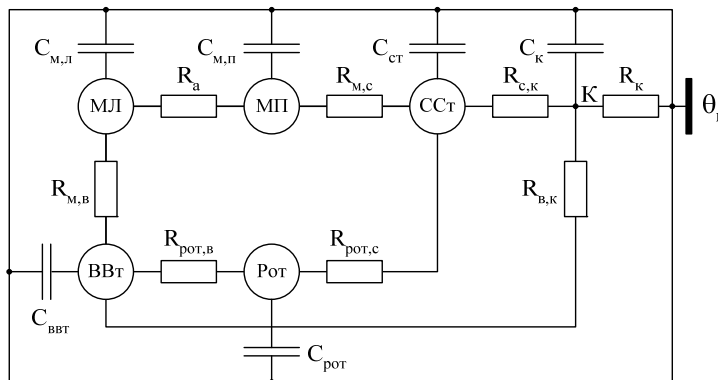


Рис. 1. Приведенная эквивалентная тепловая схема закрытого обдуваемого двигателя: МЛ – лобовая часть обмотки; МП – пазовая часть обмотки; ВВТ – воздух внутри машины; Рот – ротор, ССт – сталь сердечника статора; К – корпус двигателя (станина и подшипниковые щиты)

В связи с этим, а также для сокращения объема вычислений, рядом авторов предложены упрощенные математические модели нагрева двигателя. Например, упрощенная тепловая модель двигателя, состоящая из двух цилиндров (рис. 2).

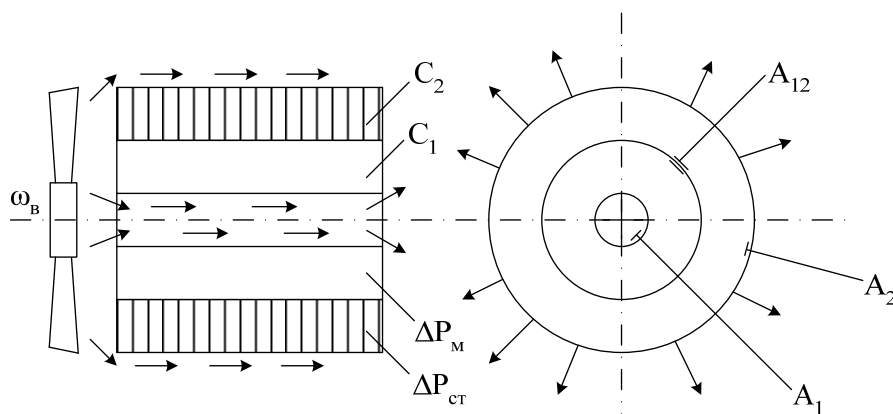


Рис. 2. Упрощенная модель двигателя как тела нагрева

Внешний цилиндр с теплоемкостью C_2 моделирует массу железа машины, внутренний с теплоемкостью C_1 – обмотки статора. Мощность теплового потока от стали к окружающей среде пропорциональна коэффициенту A_2 . Во внутреннем цилиндре

предусмотрен канал, моделирующий отвод теплоты потоками воздуха от внутренних частей машины. Мощность теплового потока от меди статора к окружающей среде пропорциональна коэффициенту A_1 . Теплопередача между медью и сталью определяется коэффициентом A_{12} , моделирующим термическое сопротивление изоляции.

Данной модели соответствует система уравнений:

$$\begin{cases} \Delta P_m = A_{12} \cdot (\Delta\theta_m - \Delta\theta_{ст}) + A_{12} \cdot \Delta\theta_m + C_1 \cdot \frac{d\theta_m}{dt}; \\ \Delta P_{ст} = A_2 \cdot \Delta\theta_{ст} - A_{12} \cdot (\Delta\theta_m - \Delta\theta_{ст}) + C_2 \cdot \frac{d\theta_{ст}}{dt}, \end{cases}$$

где $\Delta\theta_m$ и $\Delta\theta_{ст}$ – превышения температуры меди и стали соответственно над температурой окружающего воздуха.

Недостатком данной модели является отсутствие задания начальных условий.

Самой простой тепловой моделью электродвигателя является представление его одним телом нагрева. При этом вводятся следующие допущения:

1. Электродвигатель имеет бесконечно большую теплопроводность и, как следствие, одинаковую температуру по всему объему.
2. Количество теплоты, которым электродвигатель обменивается с окружающей средой, пропорционально разности температур двигателя и окружающей среды.
3. Тепловые параметры ЭД и окружающей среды постоянны и не связаны с температурой двигателя (это обстоятельство обеспечивает линейность тепловой модели).

В силу того, что двигатель представляет собой сложную термодинамическую систему, неоднородную по своим тепловым параметрам, последняя модель является довольно грубым приближением.

В упрощенных моделях отсутствует возможность расчета температуры поверхности корпуса двигателя, которая может быть непосредственно измерена с помощью датчика температуры, но измерения внутренних температур в большинстве двигателей не доступны из-за их геометрического строения. В результате чего необходимо разработать математическую модель тепловых процессов двигателя, позволяющую рассчитывать температуру поверхности его корпуса в режиме реального времени.

Если сравнивать расчетные значения температуры поверхности корпуса двигателя с нормируемыми значениями, то можно выявить дополнительный, аномальный нагрев двигателя, обусловленный развивающимися в нем неисправностями. Так, например:

- повышение температуры обмоток вызывает тепловое старение изоляции, приводящее к необратимому снижению электрической и механической прочности;
- повышение температуры всего ЭД влияет на долговечность изоляции обмоток и на работу подшипников;
- правило Монтзингера гласит, что повышение температуры на 8–10 °С сокращает срок службы изоляции в два раза.

Эксплуатация находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии электродвигателей приводит к:

- прямым финансовым потерям, связанным с непрогнозируемым выходом из строя оборудования и вызванным этим нарушением технологического процесса;
- значительным (до 3–5 %) косвенным непродуктивным затратам электроэнергии, обусловленным повышенным электропотреблением (при той же полезной мощности).

СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

Н. М. Агеенко

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

Научный руководитель Д. И. Зализный

Один из способов обеспечения надежной работы силовых кабелей – это мониторинг температуры жилы кабеля по всей длине. На разных участках трассы кабельной линии в зависимости от условий прокладки при протекании одного и того же тока температура токопроводящей жилы может отличаться.

Система мониторинга распределенной температуры кабельных линий помогает эксплуатационным организациям снизить количество перебоев в электроснабжении или системных аварий, оперативно реагировать на возникающие перегрузки, выявлять скрытые резервы существующих мощностей, прогнозировать срок эксплуатации и т. д.

Существующие системы мониторинга распределенной температуры и тепловой защиты кабельных линий используют в качестве распределенных датчиков температуры сенсорные кабели или оптоволокно.

У этих систем есть возможность программировать пороговые значения датчиков температуры, которые зависят от условий прокладки кабелей, погодных условий и др.

Предлагаемая система тепловой защиты силового кабеля универсальна и может быть использована для различных условий прокладки кабелей, так как она постоянно с некоторым интервалом времени определяет пороговые значения температур для каждого конкретного случая.

Это возможно благодаря разработанной математической модели, которая описывает тепловые процессы в одножильном силовом кабеле следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} C_1 \cdot \frac{d\theta_1}{dt} + \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_1} = P; \\ C_2 \cdot \frac{d\theta_2}{dt} + \frac{\theta_2 - \theta_1}{R_1} + \frac{\theta_2 - \theta_3}{R_2} = 0; \\ C_3 \cdot \frac{d\theta_3}{dt} + \frac{\theta_3 - \theta_2}{R_2} + \frac{\theta_3 - \theta_4}{R_3} = 0. \end{cases}$$

где $\theta_1 \dots \theta_4$ – соответственно, температуры однородных тел: токоведущей жилы, основной изоляции жилы, защитной оболочки, поверхности оболочки ($^{\circ}\text{C}$); $C_1 \dots C_4$ – теплоемкости соответствующих однородных тел ($\frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{^{\circ}\text{C}}$); $R_1 \dots R_3$ – тепловые сопротивления соответствующих однородных тел ($\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$); P – потери активной мощности в токоведущей жиле (Вт).

Схема подключения аппаратной части предлагаемой системы тепловой защиты силового кабеля представлена на рис. 1.

Первичная обмотка трансформатора напряжения (ТН) включена на фазное напряжение сети в месте подключения силового кабеля, а напряжение вторичной обмотки ТН подается на вход устройства. Также на вход предлагаемого устройства с

помощью измерительного трансформатора тока подается значение тока, протекающего по жиле кабеля. Измерение температуры поверхности оболочки силового кабеля производится с помощью оптоволоконного датчика распределенной температуры, предназначенного для непосредственной прокладки в грунт, и закрепленного на поверхности кабеля.

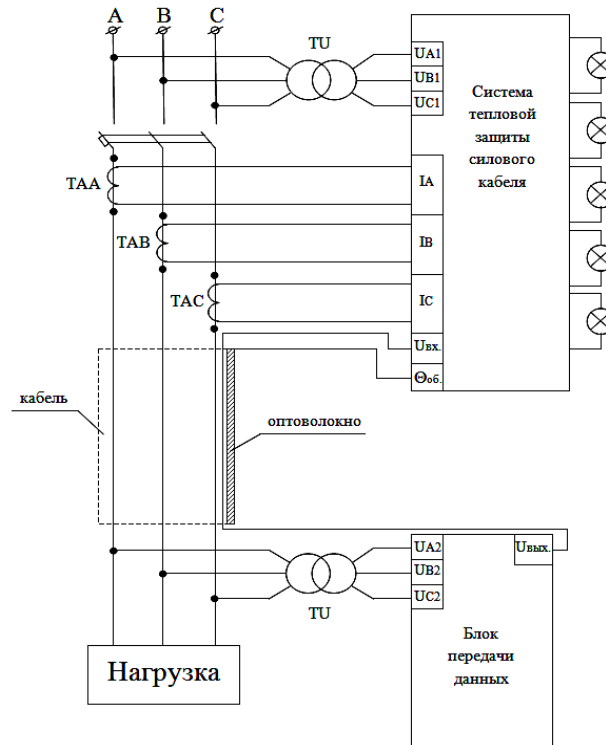


Рис. 1. Схема подключения аппаратной части предлагаемой системы тепловой защиты силового кабеля

Предлагаемая система тепловой защиты по данным, поступающим с датчиков, в реальном времени на основе закона Ома определяет активное сопротивление жилы кабеля и затем пересчитывает его в среднюю температуру жилы кабеля.

Это значение температуры жилы кабеля сравнивается с температурой, рассчитанной на основе математической модели тепловых процессов силового кабеля, и если характеристическая разность $\Delta\Theta = \Delta\Theta_{\text{изм}} - \Delta\Theta_{\text{расч}}$ превышает погрешность измерения $\Delta\Theta > \Theta_{\text{погр.изм}}$, предлагаемое устройство выявляет перегрев или аномальный (не естественный) нагрев кабеля, обусловленный ухудшениями свойств его изоляции.

Алгоритм выявления перегрева силового кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена имеет следующий вид:

- 1) если $\Theta_{\text{ж}} > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, то в блок сигнализации выдается сигнал среднего уровня опасности;
- 2) если $\Theta_{\text{ж}} > 130\text{ }^{\circ}\text{C}$, то в блок сигнализации выдается сигнал высокого уровня опасности;
- 3) если $\Theta_{\text{ж}} > 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, то в блок сигнализации выдается сигнал очень высокого уровня опасности.

Это позволяет заранее определить место возможного повреждения силового кабеля.

Лицевая панель аппаратной части предлагаемой системы тепловой защиты силового кабеля может выглядеть, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид аппаратной части предлагаемой системы тепловой защиты силового кабеля

Лицевая панель предлагаемого устройства системы тепловой защиты силового кабеля имеет жидкокристаллический дисплей, с помощью которого пользователь через систему меню может просмотреть данные параметров настройки, измеренных значений и сигнализации. Жидкокристаллический дисплей состоит из двух линий по шестнадцать символов каждая. При нажатии любой из клавиш загорается подсветка дисплея и продолжает гореть в течение пяти минут после того, как будет нажата последняя клавиша. Эта функция позволяет считывать данные с дисплея при любом освещении.

Индикаторы размещены на правой части лицевой панели.

Клавиатура имеет шесть клавиш. С помощью клавиши «Е» производится подтверждение сигнализации, а также подтверждение выбора или значения. Клавиши со стрелками дают возможность двигаться в указанном направлении по различным уровням меню. Клавиша «С» позволяет произвести сброс ввода или переход в вышестоящее подменю.

Меню предлагаемого устройства имеет древовидную структуру. С помощью дисплея пользователь имеет возможность прочитать следующую информацию, расположенную в различных подменю: текущие значения токов в фазах; параметры журнала аномальных нагревов (дату, время аномальных нагревов; токи по фазам и соответствующие этим токам температуры наиболее нагретых точек жил кабеля; величину превышения измеренной температуры жилы кабеля над значениями, рассчитанными на основе математической модели тепловых процессов силового кабеля, и расстояние до места локализации аномального нагрева кабеля); параметры журнала перегревов (дату, время перегревов; токи по фазам и соответствующие этим токам температуры наиболее нагретых точек жил кабеля; уровень опасности перегрева кабеля и расстояние до места локализации перегрева кабеля); текущие время и дата; настройки.

Предлагаемая система тепловой защиты силового кабеля выгодно отличается от уже существующих систем своей универсальностью, т. е. способностью адекватно рассчитывать температуру для конкретного кабеля, проложенного в конкретных условиях. Это возможно только благодаря разработанной математической модели тепловых процессов силового кабеля.

Усовершенствование математической модели и функциональных возможностей предлагаемого устройства будут предметом для дальнейших исследований автора.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПО РАСЧЕТУ УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МАНЕВРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ПИКОВОЙ МОЩНОСТИ В СРЕДЕ DELPHI

А. Ю. Гуз

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

Научные руководители: Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская

Проблема покрытия неравномерных графиков электрической нагрузки характерна для любой энергосистемы мира. Как правило, она решается тремя основными путями: созданием в энергосистеме оптимальной структуры генерирующих мощностей, использованием перетоков между соседними энергосистемами и привлечением потребителей к выравниванию графика нагрузки энергосистемы за счет административных (ограничивающих) и экономических (стимулирующих) мер.

Неравномерность графиков электрической нагрузки энергосистемы зависит от неравномерности графиков электрической нагрузки (далее ГЭН) потребителей [1], а также их работы.

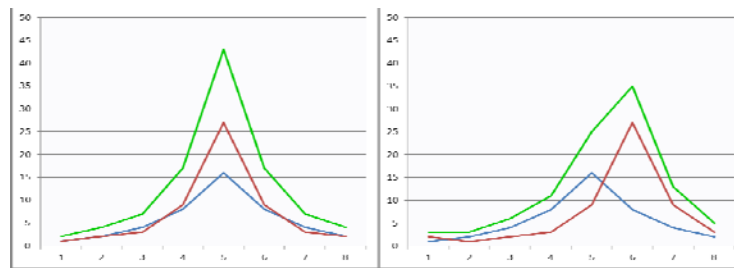


Рис. 1. Упрощенный вид ГЭН

На примере рис. 1 хорошо видно, что при смещении пиковых нагрузок друг относительно друга суммарный ГЭН выравнивается с уменьшением пиковой мощности. Однако у реального потребителя (рис. 2) ГЭН очень сильно отличается от приведенного на рис. 1.

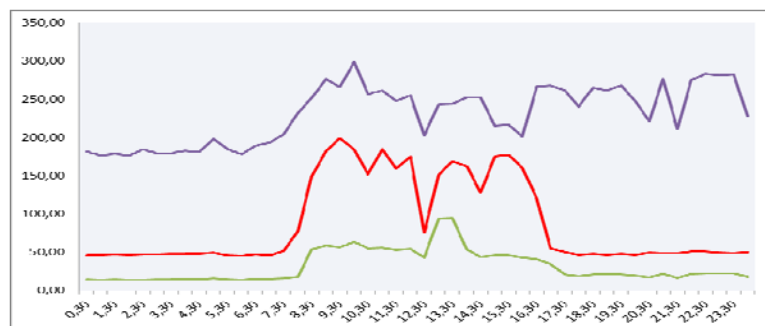


Рис. 2. Графики электрической нагрузки реального потребителя (ОАО «РечицаДрев»)

Расчет оптимального смещения ГЭН друг относительно друга является трудоемким процессом, требующим больших затрат времени, поэтому была поставлена задача его автоматизации.

В соответствии с поставленной целью разработана программа по выравниванию суточных графиков нагрузок предприятия в среде Delphi (рис. 3).

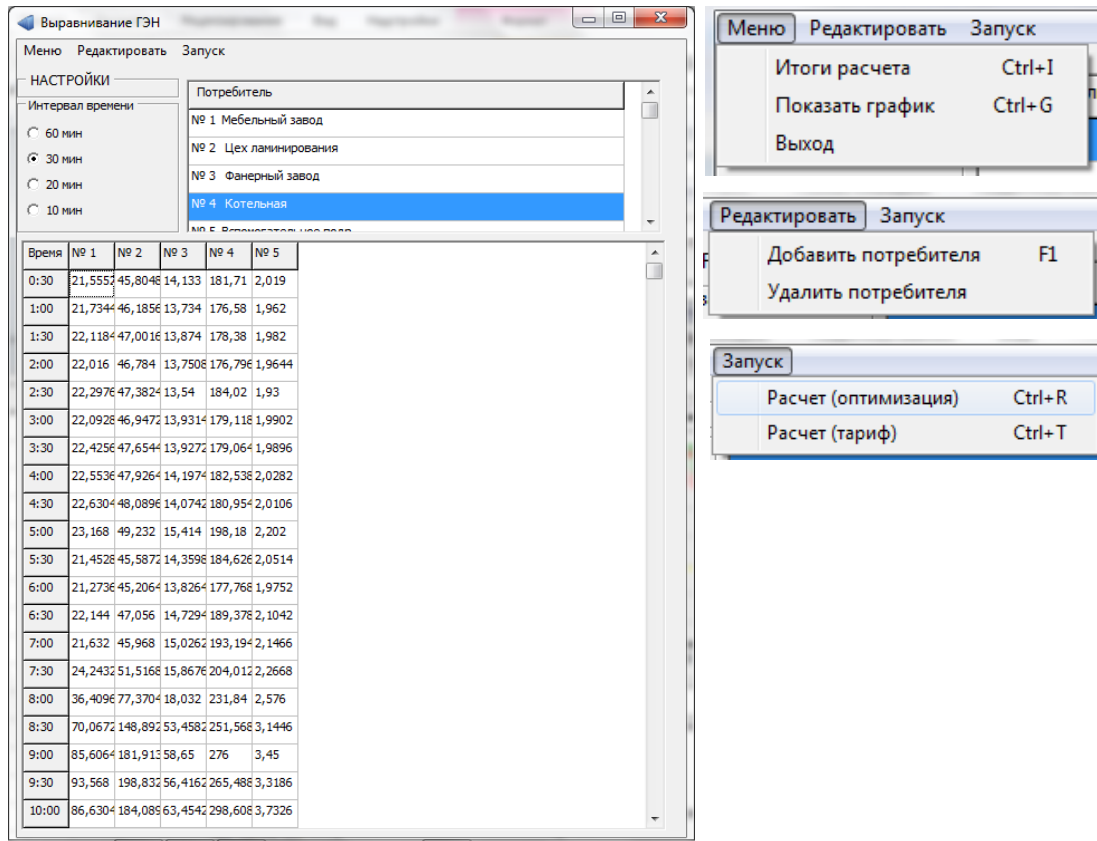


Рис. 3. Главное окно программы и открытое меню

Полученные результаты расчетов выводятся в другом окне (рис. 4).

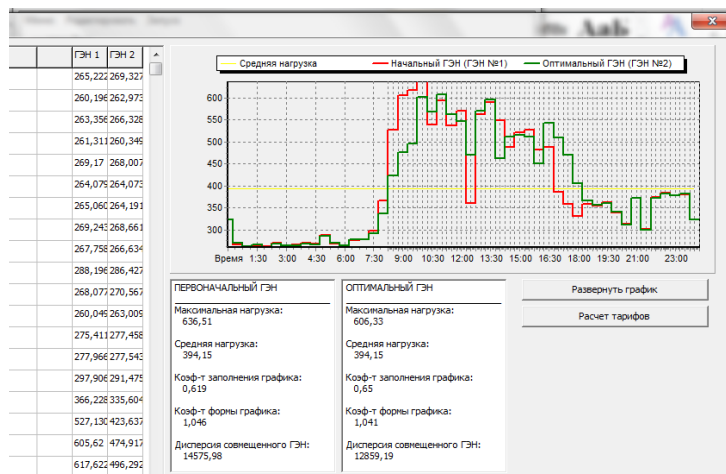


Рис. 4. Форма результатов расчета

На форме (рис. 4) выводятся данные по оптимальному смещению ГЭН друг относительно друга, максимальные нагрузки первоначального и оптимального ГЭН, их средняя нагрузка, коэффициенты формы и заполнения графиков, а также величины дисперсии, по которой можно судить о равномерности ГЭН.

В качестве примера приведем расчет для ОАО «РечицаДрев». При смещении начала работы цехов на время, приведенное в таблице, получим уменьшение пиковой нагрузки предприятия с 636,51 кВт до 606,33 кВт (на 4,7 %).

Допустимое и рекомендуемое смещение ГЭН цехов ОАО «РечицаДрев»

| Смещение | Мебельный завод | Цех ламинирования | Фанерный завод | Котельная | Вспомогательные подразделения |
|-------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------------------|
| Допустимое | + 0:00 | + 02:00 | + 00:00 | + 00:00 | + 00:30 |
| Оптимальное | + 0:00 | + 02:00 | + 00:00 | + 00:00 | + 00:30 |

Полученный эффект от выравнивания можно посмотреть в меню при расчете тарифов на электроэнергию (рис. 5).

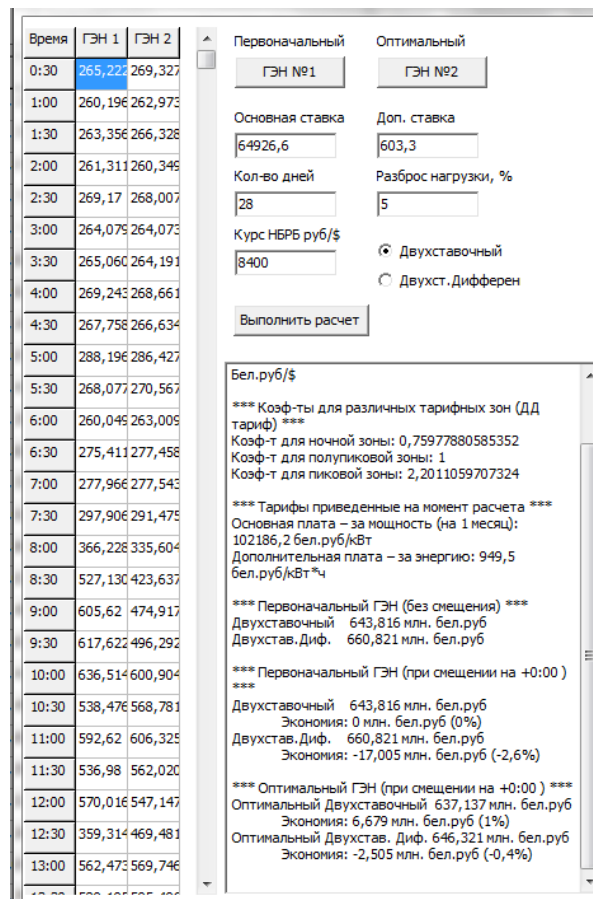


Рис. 5. Окно расчета тарифов

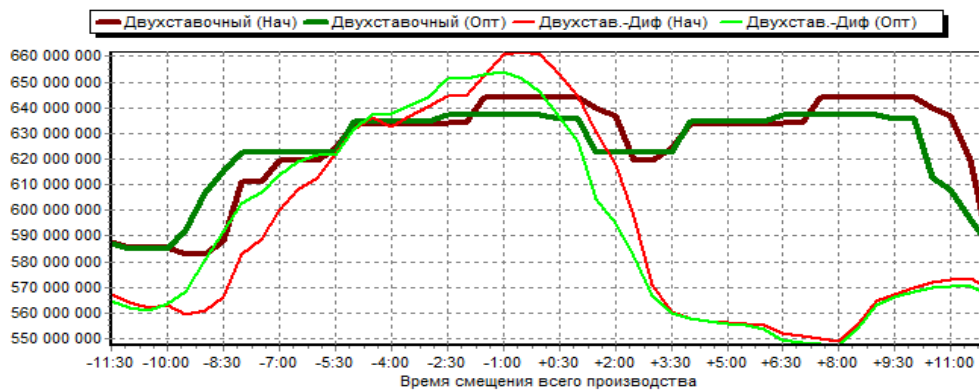


Рис. 6. Графики зависимости оплаты за электроэнергию для различных тарифов (начального и оптимального суммарных ГЭН) при смещении времени работы всего производства

Литература

1. Сычев, А. В. Управление электропотреблением : практ. рук. к практ. занятиям по одному курсу для студентов специальности 43.01.03 «Электроснабжение» / А. В. Сычев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 59 с.

К РАСЧЕТУ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА МЕТОДОМ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ

А. М. Ходжалиев

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

Научный руководитель В. В. Соленков

Известно, что для расчета электрических цепей, содержащих индуктивные катушки с сердечниками из высококачественных магнитомягких материалов, применяют метод кусочно-линейной аппроксимации [1]. При этом для облегчения расчета кривую намагничивания $B(H)$ и соответствующую веберамперную характеристику материала сердечника заменяют идеальной прямоугольной, линейные участки которой совпадают с осями координат (рис. 1, а–в).

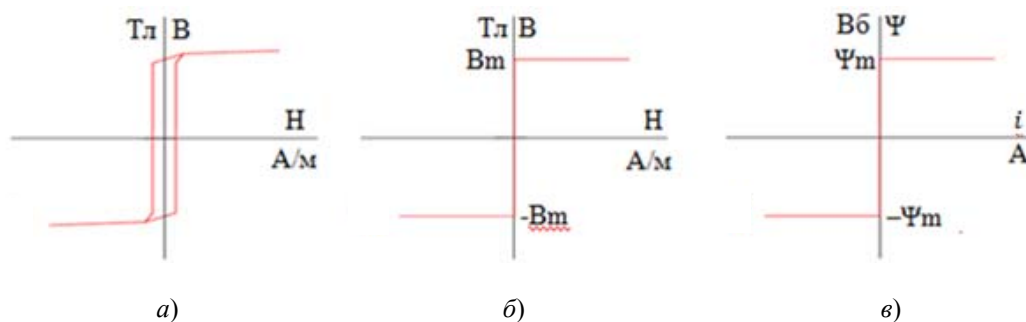


Рис. 1

В литературе приводятся примеры [1], [2], в которых перемагничивание сердечника с прямоугольной характеристикой происходит под воздействием синусоидального напряжения.

В настоящей работе рассмотрен случай, когда перемагничивание сердечника упомянутой выше катушки происходит под воздействием периодического напряжения, форма которого отличается от синусоидальной.

Для этого параллельно с катушкой индуктивности (рис. 2) необходимо включить нелинейное активное сопротивление с симметричной вольтамперной характеристикой, часть которой показана на рис. 3, а, и источник синусоидального тока $i = J_m \sin \omega t$ А.

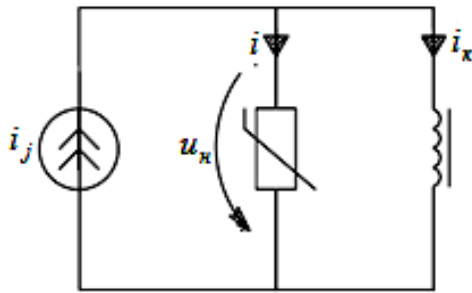


Рис. 2

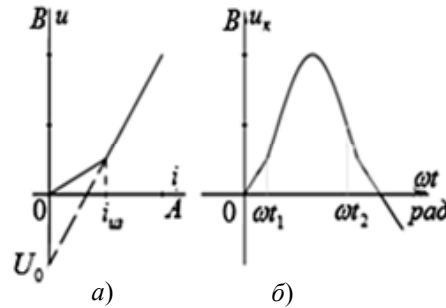


Рис. 3

В процессе перемагничивания сердечника от $-\Psi_m$ до $+\Psi_m$ согласно веберамперной характеристике (рис. 1, в) ток в катушке отсутствует, и напряжение на ней будет иметь вид, представленный на рис. 3, б. Аналитически это напряжение можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} u_1(\omega t) &= U_{m1} \sin \omega t = r_{д1} J_m \sin \omega t && \text{при } 0 \leq \omega t \leq \omega t_1 \text{ и } \pi - \omega t_1 \leq \omega t \leq \pi, \\ u_2(\omega t) &= U_{m2} \sin \omega t - U_0 = r_{д2} J_m \sin \omega t - U_0 && \text{при } \omega t_1 \leq \omega t \leq \pi - \omega t_1, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $r_{д1} = \Delta u_1 / \Delta i_1$ – дифференциальное сопротивление нелинейного резистора на участках $0 \leq \omega t \leq \omega t_1$ и $\pi - \omega t_1 \leq \omega t \leq \pi$; $r_{д2} = \Delta u_2 / \Delta i_2$ – дифференциальное сопротивление нелинейного резистора на участке $\omega t_1 \leq \omega t \leq \pi - \omega t_1$; $\omega t_1 = \arcsin i_{из} / J_m$ – угол, соответствующий току $i_{из}$ в точке излома вольтамперной характеристики нелинейного резистора.

Пусть перемагничивание сердечника катушки заканчивается в момент времени, соответствующий углу ωt_2 . Тогда в интервале $0 \leq \omega t \leq \omega t_2$ напряжение на катушке будет

$$u_k = \frac{d\Psi}{dt}, \quad (2)$$

откуда

$$\Psi(t) = \int_0^t u_k dt + \Psi_0, \quad (3)$$

где Ψ_0 – постоянная интегрирования, характеризующая состояние катушки в момент времени, когда $\omega t = 0$. Для определенности в дальнейшем будем считать, что $\Psi_0 = -\Psi_m$.

С учетом (1) выражение (3) можно преобразовать к виду:

$$\begin{aligned} \Psi(\omega t) &= \frac{1}{\omega} \int_0^{\omega t_1} u_1(\omega t) d\omega t + \frac{1}{\omega} \int_{\omega t_1}^{\omega t} u_2(\omega t) d\omega t - \Psi_m = \\ &= \frac{1}{\omega} \int_0^{\omega t_1} U_{m1} \sin \omega t d\omega t + \frac{1}{\omega} \int_{\omega t_1}^{\omega t} [U_{m2} \sin \omega t - U_0] d\omega t - \Psi_m = \\ &= -\frac{U_{m1}}{\omega} [\cos \omega t_1 - 1] - \frac{U_{m2}}{\omega} [\cos \omega t - \cos \omega t_1] - \frac{U_0}{\omega} [\omega t - \omega t_1] - \Psi_m = \\ &= -\frac{U_{m1}}{\omega} \cos \omega t_1 + \frac{U_{m1}}{\omega} - \frac{U_{m2}}{\omega} \cos \omega t + \frac{U_{m2}}{\omega} \cos \omega t_1 - U_0 t + U_0 t_1 - \Psi_m = \\ &= -\frac{U_{m2}}{\omega} \cos \omega t - U_0 t + \Psi^*, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\Psi^* = -\frac{U_{m1}}{\omega} \cos \omega t_1 + \frac{U_{m1}}{\omega} + \frac{U_{m2}}{\omega} \cos \omega t_1 + U_0 t_1 - \Psi_m$.

Для определения ωt_2 воспользуемся уравнением (4), учитывая, что при $\omega t = \omega t_2$ потокосцепление $\Psi = \Psi_m$. Получим

$$-\frac{U_{m2}}{\omega} \cos \omega t_2 - U_0 t_2 = \Psi_m - \Psi^*. \quad (5)$$

Данное уравнение точного аналитического решения не имеет. Величина $\omega t_2(t_2)$ может быть определена численным методом.

В интервале $\omega t_2 \leq \omega t \leq \pi$ потокосцепление остается постоянным и равным Ψ_m ; напряжение на катушке $u_k = d\Psi_m/dt = 0$. Ток в катушке $i_k(t) = i_J = J_m \sin \omega t$.

В качестве примера на рис. 4 приведены зависимости $\Psi(\omega t)$, $u_k(\omega t)$ и $i_k(\omega t)$ для случая, когда $\Psi_m = 0,15$ Вб, $i_J = 1 \sin 500t$ А; $i_{из} = 0,5$ А; $r_{д1} = 50$ Ом; $r_{д2} = 150$ Ом.

Значение угла ωt_2 в результате расчета оказалось равным $137,4^\circ$.

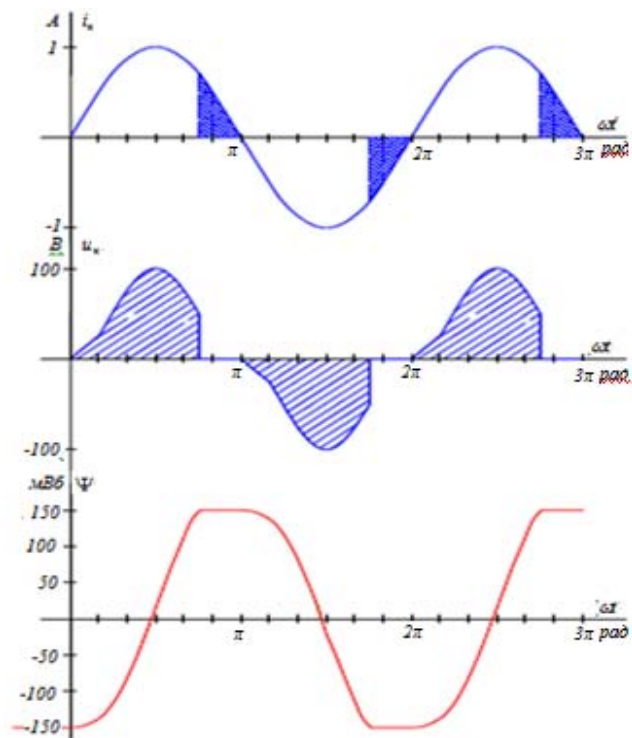


Рис. 4

В заключение отметим, что предложенный порядок расчета остается справедливым и в случае аппроксимации вольтамперной характеристики (рис. 3, а) большим количеством линейных участков.

Л и т е р а т у р а

1. Бессонов, Л. А. ТОЭ. Электрические цепи : учеб. для электротехн., энергет., приборостроит. специальностей вузов / Л. А. Бессонов. – 9-е изд. – М. : Высш. шк., 1996. – 638 с.
2. Основы теории цепей / Г. В. Зевеке [и др.]. – М. : Энергия, 1989. – 527 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СКВАЖИННЫХ СТАНЦИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

С. С. Сидоренко, Д. А. Курпель

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

Научный руководитель С. С. Сидоренко

Целью данной работы является выявления нерационального использования топливно-энергетических ресурсов на скважинных станциях предприятия КЖУП «Райжилкомхоз». Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: определен действительный КПД насосного агрегата, предложены мероприятия по уменьшению гидравлических потерь на скважинной станции, обоснована целесообразность применения преобразователя частоты электропривода и установки насосных установок заграничных аналогов [1, с. 3].

Скважинные насосные станции являются важнейшим элементом системы водоснабжения. От работы комплекса сооружений и оборудования насосной станции во

многим зависит общая надежность и экономическая эффективность подачи воды. На территории Республики Беларусь оплата за потребление воды является различной. Поэтому определение энергоэффективности работы насосной станции позволит реально оценить действительные затраты электрической энергии на подъем 1 м³ воды.

Действительный КПД насосного агрегата определяется по формуле [2, с. 25]:

$$\eta_{\text{агр}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot P},$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения; $g = 9,81$ м/с²; Q – подача насоса, м³/с; H – напор насоса, м; P – мощность, потребляемая насосом, кВт.

Значения производительности и потребляемой электрической энергии насосной станции можно установить при помощи ультразвукового расходомера и вольтамперфазометра соответственно, либо используя данные (если они имеются) учета расхода и потребления электрической энергии скважинной станции в течение длительного промежутка времени. Использование первого способа определения действительного КПД является наиболее точным, так как погрешность измерительных приборов минимум на 2 % ниже. Значение напора, создаваемого насосным агрегатом, является равной паспортному значению насоса.

Коэффициент полезного действия насосного агрегата включает в себя две составляющие: КПД электродвигателя и КПД насоса.

Эффективность эксплуатации электродвигателей определяется их механической нагрузкой. При превышении оптимальной загрузки двигателя снижается его КПД и коэффициент мощности. При длительном превышении электрической нагрузки обмотки двигателя разогреваются, и он может выйти из строя. При уменьшении нагрузки до 0,3 номинальной также снижается $\cos \varphi$ и возрастает доля потребляемой реактивной мощности, что приводит к увеличению общей потребляемой мощности. Таким образом, показателем эффективности загрузки электродвигателей служит коэффициент мощности $\cos \varphi$ [3, с. 197]. Следовательно, для определения механической загрузки электрического двигателя необходимо установить его действительную потребляемую активную и реактивную мощности (при помощи ВАФ). На рис. 1 представлена зависимость механической загрузки электродвигателя от коэффициента мощности для электродвигателей различной номинальной мощности. На рис. 2 – зависимость действительного КПД от механической загрузки электродвигателей.

На предприятиях часто применяется следующий способ определения загрузки электродвигателя. Определение при помощи амперметра и вольтметра значения потребляемой мощности, т. е. измеряется полная мощность. Данный способ является менее точным, так как реактивная составляющая мощности может составлять до 30 % от действующего значения полной мощности.

Практически установлено, что если двигатель загружен менее, чем на 30 % номинальной нагрузки, желательна замена асинхронного двигателя на менее мощный по экономическим показателям. В случае постоянной загрузки двигателя, составляющей 45–70 % номинальной нагрузки, требуется проверка целесообразности замены двигателя [4, с. 343].

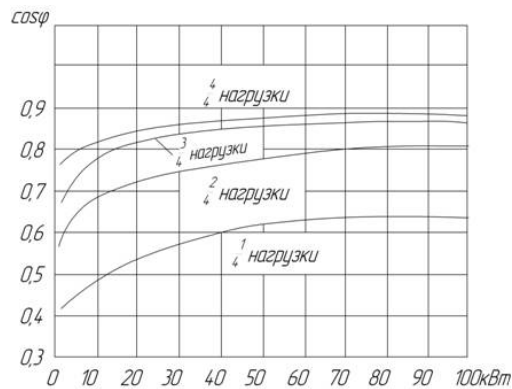


Рис. 1. Зависимость механической загрузки электродвигателя от коэффициента мощности для электродвигателей различной номинальной мощности

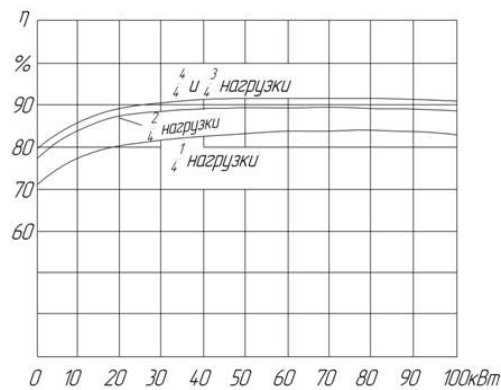


Рис. 2. Зависимость действительного КПД от механической загрузки для электродвигателей различной номинальной мощности

Установка частотного привода на насосной станции позволяет:

1. Отказаться от водонапорной башни системы водоснабжения, что приблизительно составляет 1–2 % потребления электрической энергии;
2. Сэкономить, согласно проведенным измерениям, 25 % потребления;
3. Увеличить ремонтный промежуток электродвигателя в 1,5–2 раза.

При проведенном обследовании артезианских скважин были зафиксированы значения глубин погружения насосных агрегатов, отличающиеся от необходимого уровня погружения насоса. В среднем гидравлические потери по длине составляют 0,9 м напора насосного агрегата на каждые 10 м длины трубопровода. Понижение уровня погружения насосной станции позволит сэкономить 1,2 % потребления электрической энергии.

Наиболее дешевые насосные агрегаты, применяемые на скважинах, имеют марку ЭЦВ, паспортный срок службы которых не превышает 5 лет, а КПД 61 %. Для зарубежных аналогов срок эксплуатации составляет 10–15 лет и КПД на 6–11 % выше. 70 % потребляемой электрической энергии промышленных предприятий приходится на электрические двигатели. Используя ВАФ для нахождения потребляемой активной и реактивной составляющих мощностей, можно определить: правильность выбора мощности электродвигателя, диагностировать состояние обмотки и исправность работы электродвигателя.

Заключение

Согласно проведенной работе на предприятии предлагается сократить потребление электрической энергии (при сроке окупаемости мероприятия менее 5 лет) за счет:

- 1) замены насосных агрегатов на более энергоэффективные 45,9 %;
- 2) внедрение ЧРП на предприятии позволит уменьшить потребление электрической энергии на 6,8 %;
- 3) уменьшения гидравлических сопротивлений на 1,22 %, необходимым условием выполнения является установка на данных станциях ЧРП.

Литература

1. Березин, С. Е. Насосные станции с погружными насосами. Расчет и проектирование / С. Е. Березин. – М. : Стройиздат, 2008. – 160 с.
2. Лезнов, Б. С. Энергосбережение в регулируемый привод в насосных и воздушных установках / Б. С. Лезнов. – М. : Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
3. Москаленко, В. В. Электрический привод : учеб. пособие для сред. образования / В. В. Москаленко. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2004. – 368 с.
4. Данилов, О. Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учеб. для вузов / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев ; под ред. А. В. Клименко. – М. : Издат. дом МЭИ, 2010. – 424 с.
5. Режим доступа: <http://www.matic.ru/index.php?pages=260>.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА, ПОТРЕБЛЯЕМОГО ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

Д. О. Широкова

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

Научный руководитель Д. Р. Мороз

Целью исследования является уточнение пусковых характеристик и формы тока применяемых в настоящее время источников света.

Характеристики ламп накаливания номинальной мощности от 60 до 200 Вт в пусковом режиме представлены в [1]. В [2] представлены рабочий и максимальный токи ламп накаливания номинальной мощности от 15 до 80 Вт. Кроме того, в [2] представлены рабочий и максимальный токи ламп ДРЛ с номинальной мощностью от 125 до 1000 Вт и ламп ДНаТ с номинальной мощностью от 70 до 1000 Вт. При этом в [1], [2] длительности пуска и глубина пусковых провалов и импульсов напряжения при включении источников света в питающую цепь не указаны.

В [3] уточнены длительность пуска – $t_{п}$, глубина провала напряжения – $\delta U_{п}$ и кратность пускового тока – $K_{п.т}$ только при включении ламп накаливания.

В представленной работе путем цифрового осциллографирования с частотой дискретизации 5000 Гц с помощью комплекса регистрации параметров электрических сигналов (КРПЭС) [3] определены пусковые характеристики и формы тока люминесцентных ламп, инфракрасной лампы, применяемой в сельском хозяйстве, лампы ДРЛ-250 и светодиодного светильника.

Включение светильников с люминесцентными лампами сопровождается, как правило, двумя фазами переходного пускового процесса, первая фаза пускового процесса сопровождается чаще всего однократным броском тока длительностью до 3 мс с кратностью тока до 1,9–5 по отношению к току установившегося режима. При этом питающее напряжение может не изменяться или импульсно снижаться ниже нулевого уровня. Общая длительность первой фазы пускового процесса составляет

от 200 мс до 1 с, вторая фаза может длиться от 110 до 600 мс и при этом также сопровождается бросками тока (рис. 1).

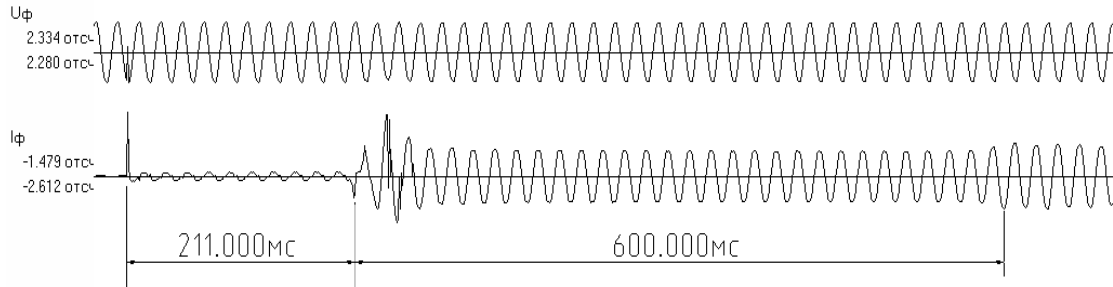


Рис. 1. Осциллограммы тока и напряжения при включении лампы ЛПП (ЛБП), потребляемая мощность – от 18 Вт

На рис. 2 представлена диаграмма частотного спектра напряжения люминесцентного светильника в установившемся режиме, на рис. 3, 4 представлены диаграммы частотных спектров тока люминесцентных светильников в установившемся режиме. Из диаграмм видно, что преобладающими высшими гармониками тока и напряжения являются 3, 5, 7, 9. При этом в кривой тока наибольшей может быть не только третья, но и пятая гармоника.

Включение светильников с инфракрасными лампами, применяемыми в сельском хозяйстве, также сопровождается, как правило, двумя фазами переходного пускового процесса. Вторая фаза пускового процесса сопровождается броском тока с кратностью до – 5,8 по отношению к току установившегося режима, при этом провал напряжения составляет 27,5 %. Общая длительность второй фазы пускового процесса составляет 160 мс (рис. 5).

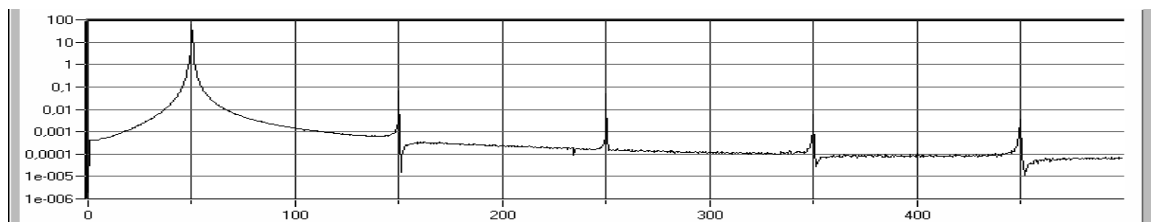


Рис. 2. Диаграмма частотного спектра напряжения лампы ЛПП (ЛБП), потребляемая мощность – от 18 Вт, в установившемся режиме

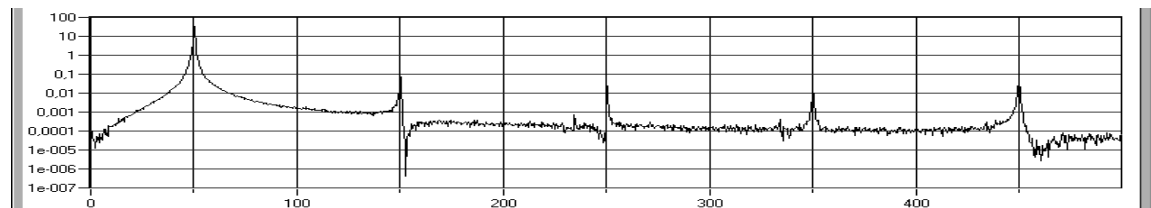


Рис. 3. Диаграмма частотного спектра тока лампы ЛПП (ЛБП), потребляемая мощность – от 18 Вт, в установившемся режиме

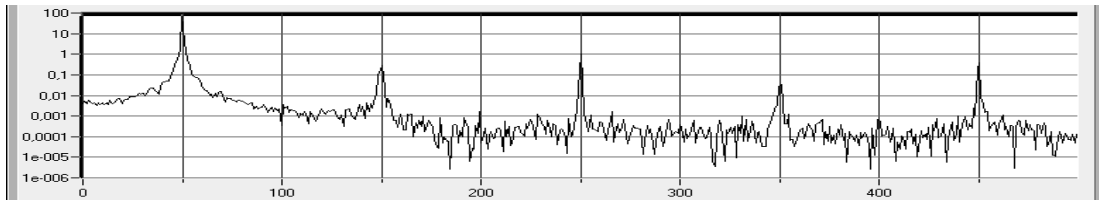


Рис. 4. Диаграмма частотного спектра тока лампы светильника ФПО, потребляемая мощность – 32 Вт, в установившемся режиме

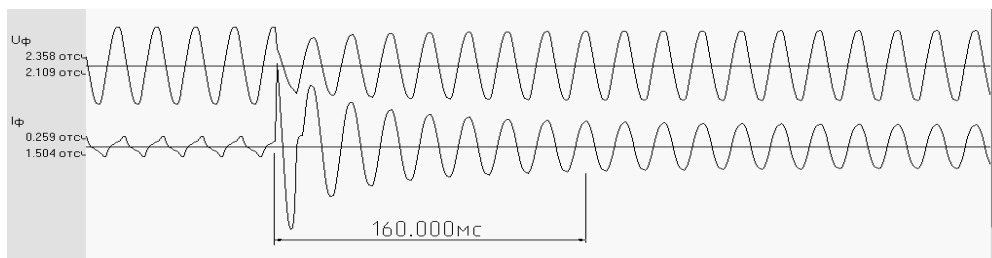


Рис. 5. Осциллограммы тока и напряжения при включении инфракрасной лампы, применяемой в сельском хозяйстве

На рис. 6 представлена диаграмма частотного спектра тока инфракрасной лампы в установившемся режиме. Из диаграммы видно, что преобладающими высшими гармониками тока являются 3, 5, 7, 9.

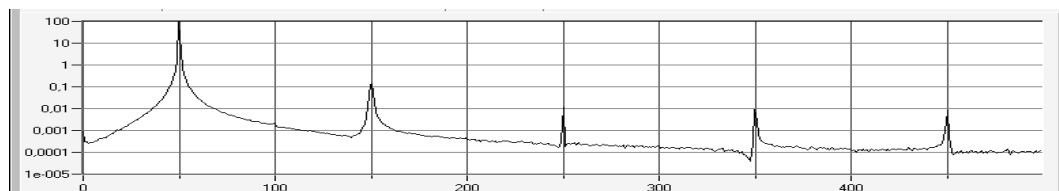


Рис. 6. Диаграмма частотного спектра тока инфракрасной лампы, применяемой в сельском хозяйстве

Включение светильника с лампой ДРЛ-250 сопровождается броском тока с кратностью до -3 по отношению к току установившегося режима и незначительным импульсным изменением напряжения. Общая длительность пускового процесса не превышает 1 с (рис. 7). На рис. 8 представлена диаграмма частотного спектра тока светильника с лампой ДРЛ-250 в установившемся режиме. Из диаграммы видно, что уровень гармоник тока невелик, заметными высшими гармониками тока являются 3, 5.

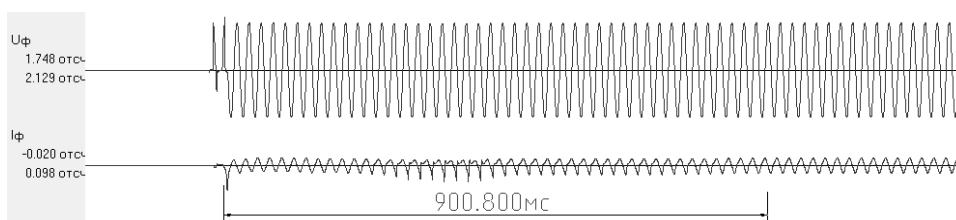


Рис. 7. Осциллограммы тока и напряжения при включении лампы ДРЛ-250

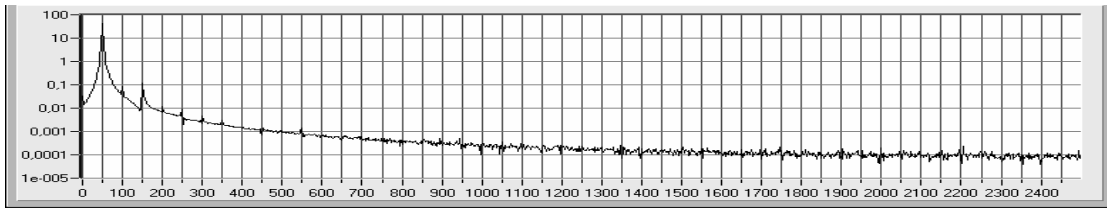


Рис. 8. Диаграмма частотного спектра тока инфракрасной лампы ДРЛ-250

Включение светодиодного светильника ЛЦС-Е40-С сопровождается броском тока длительностью до 5 мс с кратностью тока, превышающей 3 по отношению к току установившегося режима, при этом в питающем напряжении появляется импульс напряжения с амплитудой, превышающей значения кратковременных изменений напряжения в момент пуска остальных рассмотренных источников света (рис. 9). Кроме того, в соответствии с [4], в спектре тока, потребляемого светильником ЛЦС-Е40-С кроме основной (первой) гармоники, весомые значения имеют 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 и 17 гармоники.

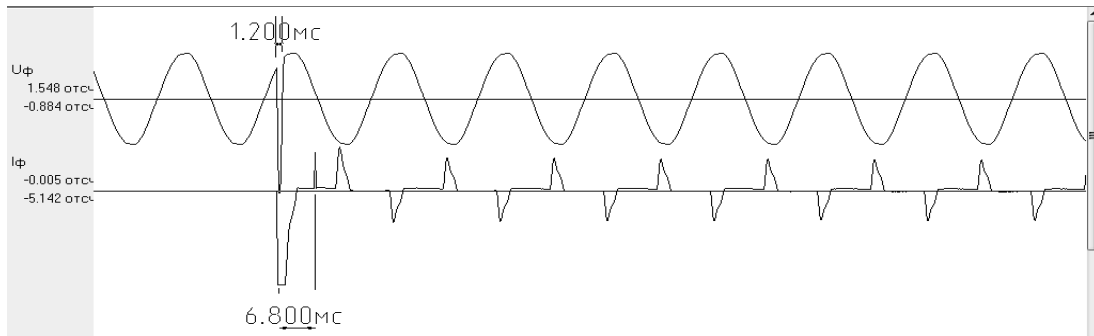


Рис. 9. Осциллограммы тока и напряжения при включении светодиодного светильника ЛЦС-Е40-С

Литература

1. Гуракова, Л. Д. Пусковые режимы в цепях с лампами накаливания / Л. Д. Гуракова, Е. Д. Дьяков // Світлотехніка та електроенергетика. – 2007. – № 3–4. – С. 11–15.
2. Сайт компании БаррусГрупп – завода-изготовителя светодиодных светильников Premium класса: <http://brgp.ru/FAQ/puskovye-toki-istochnikov-sveta/>.
3. Широкова, Д. О. Исследование пусковых характеристик источников света / Д. О. Широкова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 29–30 апр. 2010 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им П. О. Сухого, 2010. – С. 159–161.
4. Мороз, Д. Р. Форма тока, потребляемого светодиодными источниками света / Д. Р. Мороз, Д. О. Широкова // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Девятой междунар. науч.-техн. конф. Т. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т, Минск : БНТУ, 2011. – С. 43.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

А. Г. Голомысов

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

Научный руководитель Д. Р. Мороз

Информационное моделирование зданий (сокращенно **BIM** – Building Information Modeling) – это принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания. Проектирование зданий через их информационное моделирование представляет собой сбор и комплексную обработку всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании.

Применение данной модели существенно облегчает работу с объектом и имеет множество преимуществ среди прежних форм проектирования.

Прежде всего, оно позволяет в виртуальном режиме собрать в одно целое, рассчитать, состыковать и согласовать созданные разными специалистами (организациями) компоненты будущего сооружения, заранее проверить их функциональность и эксплуатационные качества, а также избежать внутренних нестыковок (рис. 1–4).

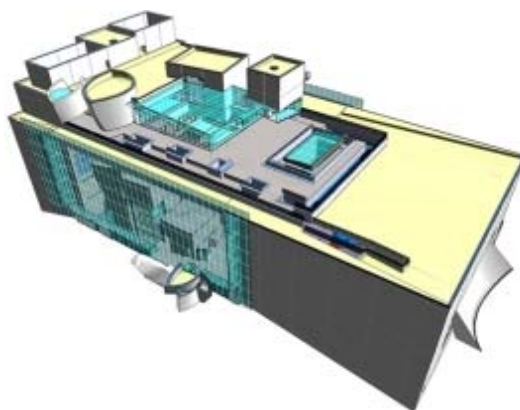


Рис. 1. Архитектурная оболочка здания

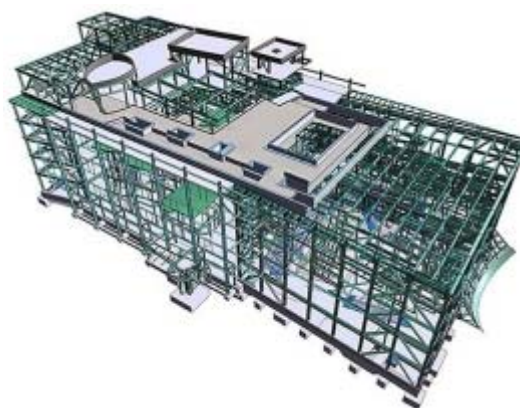


Рис. 2. Несущий каркас здания

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, результатом информационного моделирования здания обычно является **объектно-ориентированная цифровая модель как всего объекта, так и процесса его строительства.**



Рис. 3. Комплекс инженерного оборудования

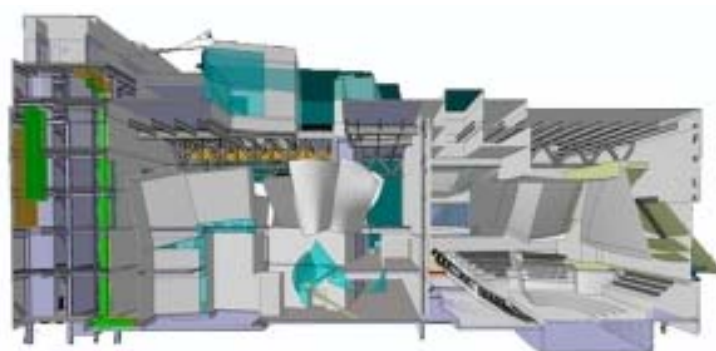


Рис. 4. Внутренняя организация помещений

Технология BIM применяется в программных комплексах Revit, DigitalProject, BentleyArchitecture, Allplan, ArchiCAD и т. п.

Одним из наиболее распространенных продуктов BIM-моделирования является Autodesk Revit 2013 и его подпрограмма, созданная специально для проектировщиков инженерных систем, – Revit MEP 2013. Revit MEP, которая дает возможность осуществлять проектирование систем электроснабжения, освещения и слаботочных сетей. Электрические системы создаются путем размещения в проекте электрических компонентов (устройств, осветительных приборов и электрооборудования) с помощью инструментов на ленте.

Проект является базой данных, из которой можно получить доступ к информации, сделать сортировку, фильтрацию, переопределение видимости, графики и подготовку документации на рабочих листах. По результатам проектирования можно получить:

- планы электрических сетей;
- спецификации электрических цепей, включая расчет падения напряжения;
- в определенном виде схемы электрических щитков;
- спецификации электрического оборудования;
- расчет освещенности по помещениям.

На первый взгляд работа в RevitMEP кажется достаточно простой и не требующей особых познаний в 3D-моделировании: архитектор подготовил модель, конструктор проработал перекрытия и несущие колонны, а инженер-электрик уже по готовому нарисовал электроустановочную аппаратуру, распределительные и групповые сети. Однако для того чтобы нанести на модель приборы и аппаратуру (розетки, выключатели, светильники, щиты и щитки), их необходимо создать. Но создать не только как условное обозначение, для отображения на 2D плане, на трехмерную модель прибора или аппарата. Но на этом разработка трехмерной модели не заканчивается. Так, если речь идет об информационном моделировании, необходимо задать созданной модели аппарата или прибора необходимые технические характеристики, такие как: номинальное напряжение, номинальный ток, косинус предполагаемой нагрузки (если речь идет о штепсельных розетка), который в процессе проектирования можно менять. И так как назначение, места расположения и предполагаемая нагрузка в одном объекте бывает различной, то необходимо создавать огромное количество типов и видов моделей. Для чего все это делается? Когда проект уже почти готов, для проектировщика наступает время для подсчетов как спецификации, так и суммарной нагрузки на каждом отдельно взятом щитке и сведения нагрузки на панели ВРУ. RevitMEP сводит в одну спецификацию все элементы, которые используются в инженерном проекте по свойствам этих элементов, по установленной нагрузке и длине распределительного кабеля он рассчитывает сечение кабеля, который кстати тоже необходимо внести в базу Revit, выбирает уставку защитного аппарата, балансирует нагрузку между фазами, и в конечном итоге предлагает однолинейную принципиальную схему щитка, щита и даже панели ВРУ.

Основными недостатками являются:

- отсутствие локализации для нашего региона;
- отсутствие поддержки основных ГОСТов и ТНПА.

Однако, несмотря на все его недостатки, данный программный комплекс позволяет еще на этапе проектирования оценить эксплуатационные качества объекта. Дает возможность оценивать габаритные возможности тех или иных технических помещений, при расположении необходимого оборудования и расхождения инженерных коммуникаций.

Проектирование с использованием BIM-технологии – это достаточно перспективное направление, так как данный способ проектирования только набирает обороты и зачастую этим можно удивить заказчика, что при проведения тендера может повлиять на решение.

Для скорейшего внедрения данной технологии, а также программного продукта Autodesk Revit MEP 2013 необходимо переработать некоторые ГОСТы, в частности ГОСТ на оформления проектно-сметной документации. На данный момент проектный институт ОАО «Гомельпроект» ведет работу по локализации Revit MEP, а также готовит ряд документов с предложением в Министерство строительства и архитектуры.

Литература

1. Bokmiller D., Hristov P., Whitbread S. Освоение Autodesk Revit MEP 2013 / D. Bokmiller, P. Hristov, S. Whitbread, 2012.
2. Талапов, В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – ДМК Пресс, 2011.
3. Информационный сайт, посвященный BIM-проектированию. – Режим доступа: <http://isicad.ru>.
4. Официальный сайт компании AUTODESK. – Режим доступа: <http://www.autodesk.com>.

**ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО»****С. А. Бортневская***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Широков

В связи с развитием рыночных отношений в электроэнергетике электроэнергию следует рассматривать не только как физическое явление, но и как товар, который должен соответствовать определенному качеству.

Качество электрической энергии определяется уровнями кондуктивных электромагнитных помех в электрических сетях.

Нормативным документом, устанавливающим в Беларуси показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения, является стандарт ГОСТ 13109–97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Стандарт устанавливает 11 видов показателей качества электроэнергии (ПКЭ), которые могут быть разделены на три группы.

К первой группе относятся установившееся отклонение напряжения δU и отклонение частоты Δf . Поддержание этих ПКЭ возможно общесистемными средствами регулирования частоты и напряжения.

Ко второй группе относятся ПКЭ, характеризующие несинусоидальность формы кривой напряжения, несимметрию и колебания напряжения. Это коэффициенты искажения синусоидальной формы кривой напряжения K_u и n -й гармонической составляющей $K_{u(n)}$, коэффициенты обратной K_{2u} и нулевой K_{0u} последовательностей, размахи колебаний напряжения δU_t и доза фликера P_t . Источниками этих искажений напряжения являются потребители электроэнергии (электроприемники).

К третьей группе относятся ПКЭ, характеризующие случайные электромагнитные явления и электротехнологические процессы в системе электроснабжения. К ним относятся длительность провала напряжения Δt_n , коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$ и импульсы напряжения $U_{имп}$.

На показатели качества электроэнергии первых двух групп установлены два допустимых уровня: нормальный и предельный. ПКЭ третьей группы не могут нормироваться, будучи случайными явлениями, однако статистическая информация о них имеет большое значение для нормальной эксплуатации системы электроснабжения.

Для решения проблемы КЭ необходимо осуществлять постоянный контроль КЭ в СЭС с целью определения значений ПКЭ и соответствия их нормам, а также выявления виновника ухудшения КЭ. Контроль может быть на соответствие требованиям ГОСТ 13109–97 и диагностический контроль. В зависимости от длительности измерений можно выделить два вида контроля КЭ: периодический контроль (при котором измерения и оценка ПКЭ происходит непрерывно каждые 24 часа или нескольких суток); непрерывный контроль (информация о контролируемых ПКЭ анализируется непрерывно).

Такие виды контроля осуществляет лаборатория качества энергии (ЛКЭ) РУП «Гомельэнерго» – филиал «Энергосбыт», с помощью специализированных приборов: устройство контроля параметров качества электрической энергии – УК1, Энергомонитор 3.3. Измерения ПКЭ производятся по утвержденному графику на 21 объекте (71 точка контроля) Гомельской энергосистемы. Результаты измерения ПКЭ оформляются в виде протоколов измерений и заключений, которые передаются в

ЦДС, РЭС РУП «Гомельэнерго» и ОИ Энергосбыта для дальнейшего анализа и принятия мер по улучшению качества электроэнергии.

На основе обработки протоколов измерений ПКЭ, произведенных за период с 2008 по март 2013 г., на генерирующих источниках (Гомельская ТЭЦ-26, Светлогорская ТЭЦ-7, Мозырская ТЭЦ-24), на подстанциях 330 кВ (Гомель, Мозырь, Жлобин, Жлобин – Западная) и предприятиях, которые связаны с этими объектами («Добрушская бумажная фабрика «Герой труда», ОАО «Гомельстекло», ОАО «Ратон», «ЗЛиН», ОАО «Светлогорский ЦКК», ОАО «Мозырьсоль», БМЗ, ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «СветлогорскХимволокно», Мозырский комбинат «Этанол») была произведена оценка качества электроэнергии. Из которой следует, что по всем точкам контроля за рассматриваемый период наиболее часто ПКЭ не соответствуют требованиям ГОСТ 13109–97 на шинах 110 кВ ПС и ТЭЦ, которые питают энергоемкие предприятия. КЭ с 2011 г. в точках контроля улучшилось по сравнению с показаниями с 2008 по 2010 гг. Наибольшее количество случаев выхода ПКЭ за допустимые значения на шинах 110 кВ было в 2010 г., наименьшее в 2012 г. (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Случаи выхода ПКЭ за допустимые значения на шинах 330 кВ
в период с 2008 по март 2013 г.**

| ПКЭ | Год | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| δU_y | 9 | 10 | 13 | 8 | 10 | 1 |
| Ku | 9 | 7 | 13 | 5 | 8 | 2 |
| Pst | 5 | 5 | 8 | 5 | 6 | 1 |
| Plt | 5 | 5 | 8 | 5 | 6 | – |
| KU(2) | 5 | 4 | 8 | 4 | 6 | – |
| KU(3) | 8 | 6 | 11 | 7 | 7 | – |
| KU(4) | 2 | 4 | 8 | 4 | 6 | – |
| <i>Итого</i> | 43 | 41 | 69 | 38 | 49 | 4 |

Таблица 2

**Случаи выхода ПКЭ за допустимые значения на шинах 110 кВ
в период с 2008 по март 2013 г.**

| ПКЭ | Год | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| δU_y | 22 | 22 | 24 | 17 | 10 | 1 |
| Ku | 16 | 10 | 14 | 6 | 5 | – |
| K2U | 9 | 3 | 1 | – | – | – |
| Pst | 9 | 9 | 12 | 9 | 10 | – |
| Plt | 9 | 9 | 12 | 9 | 12 | 1 |
| KU(2) | 13 | 13 | 18 | 10 | 13 | 1 |
| KU(3) | 24 | 26 | 25 | 22 | 10 | 1 |
| KU(4) | 10 | 8 | 18 | 10 | 9 | 1 |
| <i>Итого</i> | 112 | 100 | 124 | 83 | 69 | 5 |

На примере подстанции «Прокат» РУП «БМЗ» выполнена оценка изменения ПКЭ, превышающих установленные ГОСТ 13109–97 нормы, за период с 2008 по март 2013 г. Из графиков, представленных на рис. 1–4, видно, что при снижении коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_U на шинах 330 и 110 кВ подстанции не происходит снижение коэффициентов 2, 3, 4 гармонических составляющих напряжения.

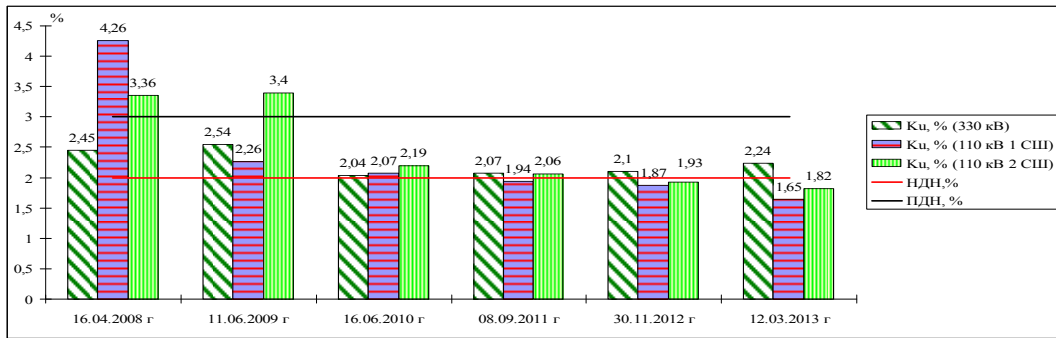


Рис. 1. График изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_U на шинах 330 и 110 кВ подстанции «Прокат» РУП «БМЗ»

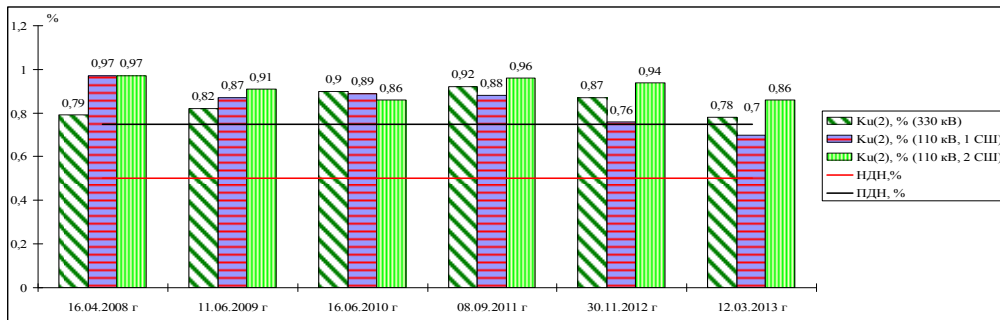


Рис. 2. График изменения коэффициента 2 гармонической составляющей напряжения $K_{U(2)}$ на шинах 330 и 110 кВ подстанции «Прокат» РУП «БМЗ»

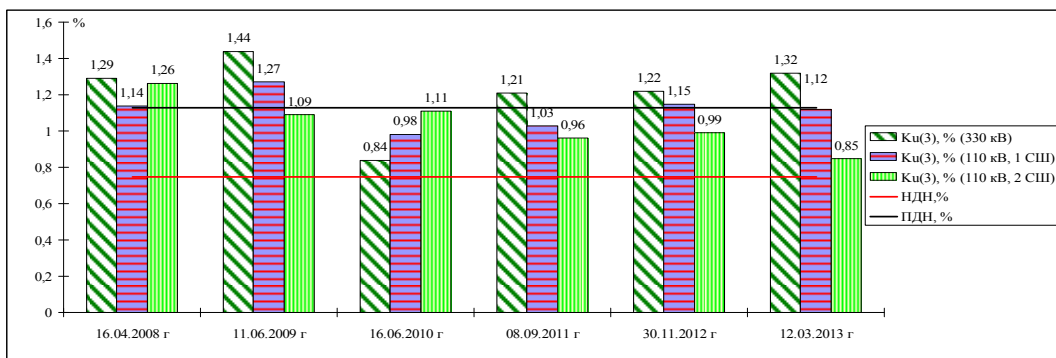


Рис. 3. График изменения коэффициента 3 гармонической составляющей напряжения $K_{U(3)}$ на шинах 330 и 110 кВ подстанции «Прокат» РУП «БМЗ»

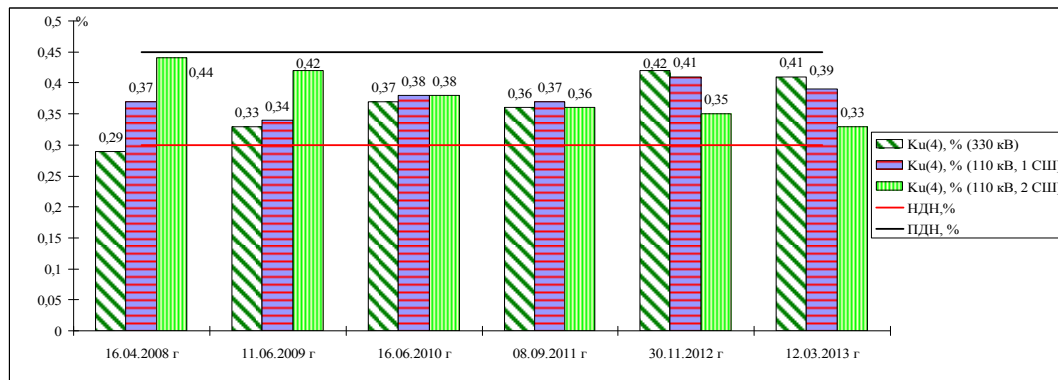


Рис. 4. График изменения коэффициента 4 гармонической составляющей напряжения $K_{U(4)}$ на шинах 330 и 110 кВ подстанции «Прокат» РУП «БМЗ»

Обработка большого количества протоколов измерений ПКЭ, проводимых в точках контроля объектов РУП «Гомельэнерго», выявила целесообразность автоматизации этой процедуры для снижения трудоемкости, времени и исключения субъективных ошибок. Поэтому в дальнейшем необходимо разработать компьютерную программу, позволяющую автоматизировать оценку показателей качества по всем точкам контроля ПКЭ на объектах РУП «Гомельэнерго».

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ ДО 1 КВ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. Н. Беляй

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

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Согласно ГОСТ 13109–97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» значение напряжения у конечного электроприемника должно быть на уровне номинального. Допустимые отклонения напряжения лежат в пределах $\pm 5\%$. Предельно допустимые кратковременные отклонения сетевого напряжения могут быть $\pm 10\%$. Все значения напряжения за пределами этих допусков могут быть опасны для оборудования.

Также известно, что отклонение напряжения на зажимах электроприемников относительно номинального даже в допустимых пределах может существенно влиять на технико-экономические показатели потребителей электроэнергии.

Например, изменение напряжения от $0,9 U_n$ до $1,1 U_n$ на зажимах ламп накаливания приводит к увеличению светового потока в 2 раза, световой отдаче – в 1,5 раза. В то же время увеличивается потребление активной мощности (до 40%) и существенно сокращается срок службы ламп (более чем в 10 раз). Для люминесцентных ламп с электромагнитными зависимостями изменения светового потока и мощности от напряжения практически аналогичны.

Чтобы избежать такой проблемы, потребителю электроэнергии может быть предложена установка стабилизатора (регулятора) напряжения. Это устройство позволяет автоматически поддерживать заданный одинаковый уровень напряжения. Стабилизаторы разделяются на 3 вида по их принципу работы. Это феррорезонансные, ступенчатые и электромеханические.

Высокую точность стабилизации и в то же время плавную регулировку позволит обеспечивать электромеханический стабилизатор. Им постоянно осуществляется контроль за выходным напряжением. Если напряжение отклоняется относительно заданного, то вместе с ним происходит изменение фазы и величины напряжения. Подобная схема хороша тем, что может очень плавно регулировать или изменять уровень напряжения, не прерывая фазу и не искажая синусоиду. Это очень важный фактор для точной электроники. Такие стабилизаторы компактны и практически могут применяться повсеместно.

В данной работе было разработано приложение автоматизированной расчетно-справочной системы для оценки эффективности стабилизации напряжения при использовании регулятора (стабилизатора) напряжения. Приложение позволяет выполнить оценку энергосберегающего эффекта за счет оптимизации напряжения.

Для работы с компьютерной программой необходимо определить характер и ввести мощность нагрузки (рис. 1). Это необходимо для того, чтобы наиболее точно определить эффект от применения регулятора (стабилизатора). Затем пользователю предлагается ввести график изменения напряжения для оценки отклонений напряжения от допустимых норм (рис. 2).

После ввода исходных данных выполняется расчет энергетической эффективности оптимизации напряжения. Расчет производится по формуле:

$$\delta W \approx V \cdot \sum W_i \cdot \alpha_i - \Delta W_p,$$

где V – математическое ожидание отклонения напряжения; W_i – фактическое потребление электроэнергии по i -м группам электроприемников, полученное, например, из электрического баланса; α_i – регулирующий эффект по активной мощности, определяется для каждой из групп электроприемников; ΔW_p – потери электрической энергии в регуляторе (стабилизаторе) напряжения.

| | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| Мощность регулятора, кВА | <input type="text" value="10"/> | |
| Продолжительность работы, ч | <input type="text" value="12"/> | |
| Укажите характер нагрузки | | |
| Наименование | P, кВт | Регулирующий эффект «аі», % |
| <input checked="" type="radio"/> Лампы накаливания | <input type="text" value="0.6"/> | <input type="text" value="1.6"/> |
| <input type="radio"/> Лампы типа ДРЛ (высокого давления) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input checked="" type="radio"/> Люминесцентные лампы (низкого давления) | <input type="text" value="0.8"/> | <input type="text" value="1.9"/> |
| <input type="radio"/> Галогеновые лампы | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="radio"/> Лампы на светодиодах | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input checked="" type="radio"/> Асинхронные электродвигатели | <input type="text" value="3"/> | <input type="text" value="0.9"/> |
| Расчет | | |
| эффективность оптимизации напряжения составляет в узле нагрузки 1,8% на 1% снижения напряжения | | |

Рис. 1. Вид окна ввода исходных данных

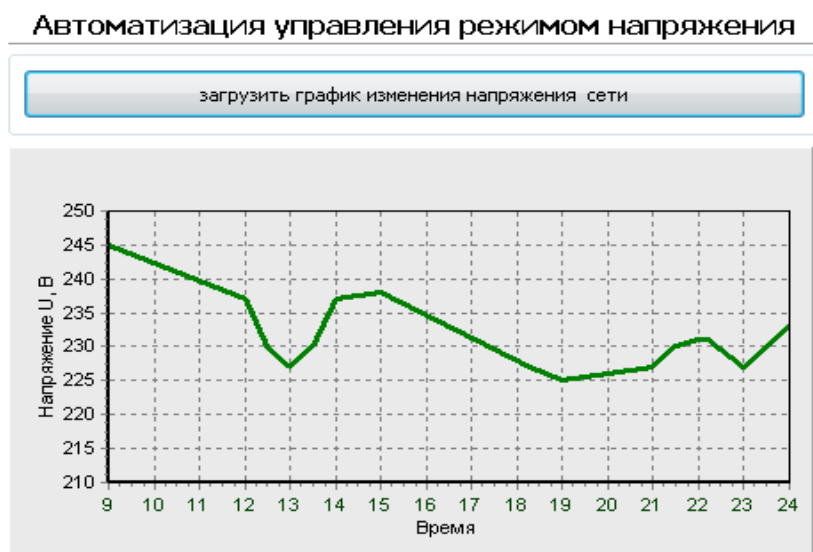


Рис. 2. Вид графика изменения напряжения питающей сети

Функция стабилизации заключается в возможности поддерживать стабильное напряжение на выходе, вне зависимости от напряжения на входе. Стандартные модели трехфазных стабилизаторов способны поддерживать стабильное напряжение на своем выходе в пределах колебания $\pm 15\%$ сетевого напряжения. При отклонении сетевого напряжения за пределы $\pm 15\%$ применяются модели стабилизаторов с более широким диапазоном напряжения по входу. Максимальный входной диапазон стабилизаторов лежит в пределах от -45% до $+25\%$, т. е. применительно к напряжению 220 В, это диапазон колебания входного сетевого напряжения от 121 до 275 В.

В приложении имеется возможность выбора стабилизатора по токам и напряжению в электрической сети (рис. 3).

| Фазы | Макс. Токи I(A) | Мин. Напр. U(В) | Процент падения /повышения по отношению к номинальному напряжению 220В (%) | U на выходе | Реальная мощность по фазам $P=(U*I)/1000$, кВт | зимний коэффициент | коэффициент запаса мощности | Расчетная мощность по фазам с учетом коэффициентов, кВт |
|---|-----------------|-----------------|--|-------------|---|--------------------|-----------------------------|---|
| L1 | 55 | 170 | 23 | 220 | 12.1 | 1.4 | 1.3 | 15.7 |
| L2 | 23 | 176 | 20 | 220 | 5.06 | 1.4 | 1.3 | 6.6 |
| L3 | 17 | 180 | 18 | 220 | 3.74 | 1.4 | 1.3 | 4.9 |
| Суммарная мощность электрической системы (кВт) | | | | | | | | 27.17 |
| Выбор мощности стабилизатора осуществляется по наиболее загруженной фазе = L1*3 | | | | | | | | 45кВт |
| Минимальная мощность стабилизатора 45кВт с пределом регулировки - 25% | | | | | | | | |
| Выбор стабилизатора из существующей базы данных | | | | | | | | |

Рис. 3. Таблица подбора мощности стабилизатора по токам и напряжению в электрической сети

Необходимо ввести данные о загруженности фаз, значения максимального тока и минимального напряжения.

Результаты измерений для наглядности сводятся в таблицу. Выбор мощности стабилизатора осуществляется по токам наиболее загруженной фазы, с учетом коэффициентов сезонного изменения и запаса по мощности.

Таким образом, стабилизация напряжения в электросетях до 1 кВ организаций позволяет не только обеспечить защиту оборудования от перепадов напряжения, но и получить энергетический эффект за счет энергосбережения. Разработанное приложение автоматизированной расчетно-справочной системы позволяет осуществлять выбор и оценку энергетической эффективности стабилизаторов (регуляторов) напряжения в электрических сетях с учетом структуры электрической нагрузки.

COMMON RAIL – ШАГ ВПЕРЕД НА ПУТИ К ЭКОЛОГИЧНОМУ ДИЗЕЛЮ

Д. И. Субботенко

*ФГБОУ ВПО «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель А. А. Обозов

В последние годы в мире наблюдается стремление к сохранению окружающей среды, в том числе и в двигателестроении. Это заключается в ужесточении экологических требований предъявляемых к двигателям внутреннего сгорания. Для удовлетворения этих требований необходимо достижение экологически чистых технологий сжигания топлива. Основная роль в этом отводится улучшению топливоподачи и, как следствие, совершенствованию топливной аппаратуры, особенно это заметно в дизелях. Что стало возможным благодаря прорыву в конструкции топливной аппаратуры в конце 90-х гг., а именно, появлению серийно выпускаемых двигателей оборудованных системой Common Rail (CR). Именно система CR позволила добиться качественного электронного управления топливоподачей совместно с повышением давления впрыска при снижении расхода топлива и токсичных выбросов выхлопных газов.

Введение

Дизельные двигатели находятся перед постоянным выбором между сокращением выбросов и оптимизацией расхода топлива. Но с введением экологических требований потребовалось резкое сокращение выбросов CH, CO, NO_x и твердых частиц (таблица).

Нормы выбросов CH, CO, NO_x и твердых частиц

| Нормы | Нормы выбросов, г/кВт ч | | | |
|--------|-------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| | Оксид углерода CO | Углеводороды CH | Оксиды азота NO _x | Частицы (для двигателей мощностью > 85 кВт) |
| Евро-0 | 11,2 | 2,4 | 14,4 | – |
| Евро-1 | 4,5 | 1,1 | 8,0 | 0,36 |
| Евро-2 | 4,0 | 1,1 | 7,0 | 0,15 |
| Евро-3 | 2,1 | 0,66 | 5,0 | 0,1 |
| Евро-4 | 1,5 | 0,46 | 3,5 | 0,02 |
| Евро-5 | 1,5 | 0,46 | 2,0 | 0,02 |

Это стало возможным благодаря совершенствованию технологий сгорания топлива в дизельных двигателях. Основные конструктивные изменения связаны с применением турбонаддува, промежуточного охлаждения, применением четырех и даже пяти клапанов на цилиндр, системы рециркуляции отработавших газов, изменением конструкции камеры сгорания и высокого давления впрыска [2].

В будущем кроме системы рециркуляции ОГ, для увеличения экологичности дизеля необходимо улучшение топливоподачи, а следовательно, и совершенствование топливной аппаратуры для гомогенизации смеси. Именно благодаря совмещению системы рециркуляции ОГ и применению современной системы топливоподачи типа Common Rail можно достигнуть настоящих и будущих экологических норм [1, с. 23].

Для оптимального распыливания топлива необходимо увеличение давления впрыска, изменение которого за последние 30 лет представлено на рис. 1.

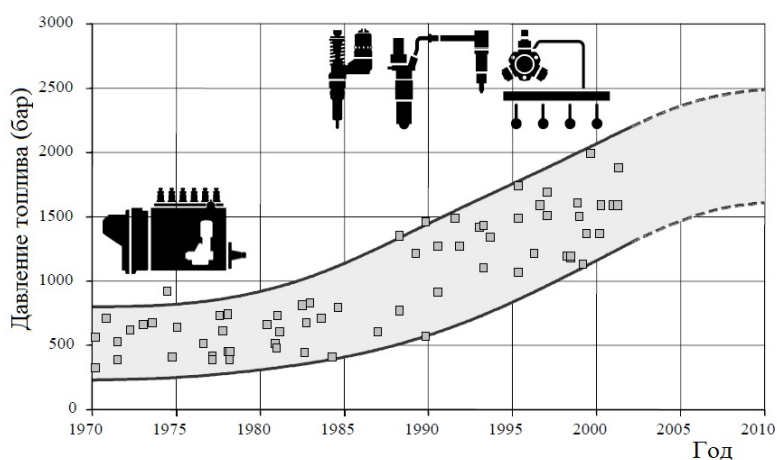


Рис. 1. Развитие топливной аппаратуры дизелей

Ключевые факторы для развития системы впрыска дизельного двигателя

Все больше требований предъявляется к дизельным двигателям в отношении токсичных веществ, расхода топлива и уровня шума (рис. 2). Применение рециркуляции отработавших газов или увеличение номинальной скорости для дизельных двигателей при увеличении максимального давления впрыска являются приоритетными задачами. Для достижения в будущем более строгих экологических норм в отношении выхлопных газов необходимо применение топлива с низким содержанием серы в топливе для уменьшения соединений серы SO_2 и SO_3 . Гибкая система впрыска CR позволяет осуществлять многофазный впрыск, изменять скорость формирования основного впрыска и повышать максимальное давление впрыска. Кроме высокой эффективности системы впрыска важны новые разработки приводов (новые электромагнитные и пьезоэлектрические клапана), конструкции соплового отверстия и система управления рециркуляцией выхлопных газов являются ключевыми факторами технологии развития современного дизеля [2].



Рис. 2. Ключевые факторы для развития системы впрыска дизельного двигателя

Совершенствование системы топливоподачи дизельного двигателя

Эффективным средством улучшения показателей рабочего процесса дизеля является повышение давления впрыскивания топлива. Результат этого – улучшение качества распыливания топлива, за счет чего повышается скорость сгорания. Необходимая величина давления впрыскивания зависит от режима работы двигателя, его нагрузки, давления наддува, вихреобразования и должно быть оптимизировано в зависимости от этих факторов. Все это учитывает система Common Rail, обладающая следующими преимуществами:

- Возможность организации многофазного впрыскивания.
- Возможность управления подачей топлива в широких пределах, формирование характеристики впрыскивания основной порции различной формы.
- Образование в коллекторе высокого давления топлива и управление самим впрыском в цилиндры независимы друг от друга [3].

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что разработка, производство, внедрение топливных систем «Common Rail» является одним из важнейших направлений развития современной топливной аппаратуры дизелей.

Угол опережения впрыскивания также оказывает существенное влияние на вредные выбросы и шумообразование. Он обуславливает значительное изменение длительности периода задержки воспламенения.

Более раннее впрыскивание (на линии сжатия) приводит к увеличению роста температуры в цилиндре в начале сгорания за счет выделения теплоты от сгорания топлива. При этом в цилиндре двигателя происходит резкое возрастание давления и температуры заряда в цилиндре, что способствует более интенсивному и полному выгоранию топлива. Такое начало процесса сгорания, при высокой концентрации окислителя, высокой температуре и давлениях в цилиндре приводит к повышению содержания NO_x в ОГ дизеля.

Более позднее впрыскивание, когда большая часть его проводится на линии расширения, приводит к уменьшению скорости нарастания давления, выбросы NO_x уменьшаются, но одновременно ухудшаются процессы перемешивания топлива и воздуха и снижается полнота сгорания топлива. Это приводит к повышению содер-

жания сажи в ОГ, что обусловлено не только пониженными температурами цикла, но и уменьшением времени, отводимого на процессы смесеобразования и сгорания.

Исходя из требования снижения выбросов NO_x и продуктов неполного сгорания топлива с ОГ дизеля, требования к моменту начала впрыскивания противоречивы. Необходимо устанавливать момент начала впрыскивания индивидуально для каждого режима работы дизеля.

Заключение

Наряду с системой впрыска Common rail, система рециркуляции выхлопных газов, форма камеры сгорания, степень сжатия, закон движения воздуха в цилиндре и самой топливно-воздушной смеси относятся к важнейшим параметрам по снижению токсичности выхлопных газов. Все эти параметры и системы должны четко согласовывать свою работу в каждый момент времени работы двигателя, только тогда можно достигнуть экологически чистых технологий сгорания топлива.

Литература

1. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением : учеб.-практ. пособие / Л. В. Грехов. – М. : Легион-Автодата, 2003. – 176 с.
2. <http://ingenieria.udea.edu.co/investigacion/grupogas/docs/Maquinas.pdf>.
3. <http://www.osd.org.tr/5.pdf>.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОТОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ТУРБИН

М. А. Шилин

*ФГБОУ ВПО «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель В. Т. Буглаев

Уплотнения в проточной части турбомашин используются для снижения потерь от утечек рабочего тела через зазоры между элементами ротора и статора. В свою очередь, эффективность и надежность работы уплотнений определяются конструктивными, геометрическими и режимными параметрами, а также тепловым состоянием отдельных их элементов, например, бандажа и уплотнительных гребней ротора. Задевания элементов ротора за статор, выгорание тонкостенных элементов конструкции, коробление обечайки являются основными проблемами, возникающими в процессе эксплуатации и снижающими экономичность и надежность работы ГТД.

Во всем диапазоне использования лабиринтных уплотнений в проточной части турбомашин положительно зарекомендовали себя уплотнения с сотовой структурой. Применение сотовых уплотнений в проточной части осевых турбомашин представляется перспективным для осуществления мероприятий по уменьшению утечек рабочего тела, повышению надежности работы агрегата при возможном задевании вращающихся частей ротора за элементы статора. Также сотовая структура позволяет организовать в уплотнении завесное охлаждение для обеспечения допустимых величин тепловых нагрузок для ряда элементов ротора и статора.

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию гидравлических сопротивлений и теплообмена в щелевом канале с сотовой структурой на одной из стенок в широком диапазоне режимных и геометрических параметров.

Для исследования гидродинамического сопротивления и теплообмена в канале с сотовой структурой была создана экспериментальная установка, газодинамический

тракт рабочего участка которой представлял собой канал прямоугольного сечения шириной $B = 60$ мм и длиной $L_0 = 230$ мм. Основными элементами рабочего участка являются сменные металлические пластины с напаянной сотовой структурой, имеющей 5 рядов по 14 ячеек в каждом. Геометрические характеристики экспериментальных моделей для исследования сопротивления щелевого тракта имели следующие значения: диаметр вписанной в ячейку окружности $d_{\text{я}} = 12$ мм, глубина ячейки $h_{\text{я}} = 2,4\text{--}15$ мм. Высота канала H изменялась от 6 до 12 мм за счет передвижения нижней стенки рабочего участка.

Для определения коэффициента гидравлического сопротивления λ_{Σ} использовалось уравнение Бернулли для сжимаемых потоков в дифференциальной форме, которое с учетом уравнения неразрывности и состояния после интегрирования для случая изотермического потока в канале постоянного сечения $F_{\text{к}}$ приобретает вид

$$\lambda_{\Sigma} = \left[\frac{\Delta p (p_{\text{вх}} + p_{\text{вых}})}{RT} \left(\frac{G}{F_{\text{к}}} \right)^{-2} - \ln \frac{p_{\text{вх}}}{p_{\text{вых}}} \right] \left(\frac{L}{d_{\text{г}}} \right)^{-1},$$

где G и $F_{\text{к}}$ – величина массового расхода

воздуха и площадь поперечного сечения канала соответственно; L – длина контрольного участка канала; $d_{\text{г}}$ – гидравлический диаметр канала; R , T – газовая постоянная и температура рабочего тела; $p_{\text{вх}}$, $p_{\text{вых}}$ – давления рабочего тела на входе и выходе рабочего канала; $\Delta p = p_{\text{вх}} - p_{\text{вых}}$ – изменение (потери) статического давления в потоке рабочего тела на контрольной длине L канала.

Во всем исследуемом диапазоне $\text{Re}_d = 10^4 - 10^5$ коэффициенты гидравлического сопротивления λ_{Σ} каналов с сотовой структурой при любых исследованных значениях $\bar{h} = h_{\text{я}} / d_{\text{я}}$ и $\bar{H} = H / d_{\text{я}}$ всегда превышают аналогичные коэффициенты сопротивления λ_0 в гладкостенных каналах, а также коэффициенты сопротивления для рельефов со сферическими углублениями. Степенью этого превышения является показатель интенсификации трения $\psi_{\lambda} = \lambda_{\Sigma} / \lambda_0$ в условиях $\text{Re}_d = \text{idem}$, зависящий только от сочетаний параметров рельефа и канала (\bar{h} и \bar{H}).

Из полученных данных следует, что степень интенсификации сопротивления не прямо пропорциональна величине \bar{h} , а имеет максимум (при $\bar{h} = 0,3 - 0,45$), зависящий от величины относительного зазора \bar{H} . Особенно указанное явление заметно при малых зазорах ($\bar{H} = 0,5$), что объясняется усилившимся влиянием противоположной стенки на течение в канале и деформацией характерного для сотовой поверхности поля скоростей.

Для исследования теплообмена в канале с сотовой структурой и получения средних коэффициентов теплоотдачи использовался стационарный метод, при котором необходимо определить величину теплового потока $q = Q/F$ через исследуемую поверхность и перепад температур $\Delta \bar{t}$ между потоком и стенкой. При этом соблюдалось гидродинамическое подобие, условиями которого являются геометрическое подобие и равенство чисел Re в образце и модели.

На основе полученных экспериментальных данных были построены зависимости $\text{Nu}_d \text{Pr}^{-0,4} \bar{T}_w^{0,55} = f(\text{Re}_d)$ для различных геометрических параметров сотовой поверхности:

$$\text{Nu}_d = 2,21 \cdot 10^{-2} (1 + 4,53 \bar{h}^{0,88} / \bar{H}^{0,5}) \text{Re}_d^{0,8} \text{Pr}^{0,4} \bar{T}_c^{-0,55} \quad \text{для } \bar{h} = 0,25 - 0,55;$$

$$\text{Nu}_d = 2,21 \cdot 10^{-2} (1 + 0,74 \bar{h}^{-2,30} / \bar{H}^{0,5}) \text{Re}_d^{0,8} \text{Pr}^{0,4} \bar{T}_c^{-0,55} \quad \text{для } \bar{h} = 0,55 - 1,25.$$

Интенсификация гидравлического сопротивления в канале при относительной глубине сотовой структуры $\bar{h} = 0,3 - 0,6$ сопровождается наибольшим увеличением избыточного теплообмена $\psi_\alpha - 1$. Причиной этому могут являться интенсивное вихреобразование и изменение структуры течения в сотовых ячейках и пространстве зазора вблизи них, а также пульсации потока в ячейках. Дальнейшее увеличение относительной глубины сотовой структуры \bar{h} влечет за собой снижение теплоотдачи на сотовой поверхности. Это связано с тем, что поток из зазора не проникает вглубь более глубоких ячеек, при этом рабочее тело в пространстве ячеек у основания служит дополнительным термическим сопротивлением.

Результаты проведенных экспериментальных исследований позволят улучшить гидравлические характеристики сотовых уплотнений, а также интенсифицировать охлаждение на поверхности с сотовой структурой в случае вдува охлаждающего воздуха перед уплотнением.

СЕКЦИЯ IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

Д. П. Михалевич

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

Научный руководитель Э. М. Виноградов

Данное устройство предназначено для бесконтактного измерения постоянных и инфранизкочастотных переменных токов, и может быть использовано в системах автоматизации и контроля на железнодорожном и городском электротранспорте, а также в нефтяной и газовой промышленности для контроля эффективности электрохимической защиты от коррозии подземного трубопровода.

В качестве чувствительного элемента используется феррозонд, выполненный на двух кольцевых сердечниках из феррита. Питательное напряжение подключено к первичным (питающим) обмоткам и создает магнитные потоки. Компенсационная обмотка предназначена для компенсации магнитного поля измеряемого тока.

При протекании измеряемого тока за счет формирования постоянной намагничивающей силы потоки феррозондов ввиду нелинейности магнитных систем кроме первой содержат высшие гармоники. Четные гармоники наведенной в измерительной обмотке ЭДС суммируются, формируя сигнал $E(t)$, пропорциональный измеряемому току. По принципу действия феррозонд является дифференциальным датчиком: питающее напряжение первой гармоники воспринимается как синфазный сигнал, а создаваемая измеряемым током постоянная намагничивающая сила является дифференциальным сигналом [1].

Несимметричность магнитных параметров феррозондов из-за отклонения геометрических размеров, магнитной проницаемости и остаточной намагниченности приводит к смещению нуля в виде составляющей первой гармоники в сигнале $E(t)$. Для подавления первой гармоники и выделения информационных составляющих четных гармоник разработан фазовый детектор на основе фазочувствительного выпрямителя (ФЧВ). Выбор метода выделения полезного сигнала обусловлен желанием избежать применения критичных к питающей частоте полосовых фильтров, которые требуют согласования по первой и второй гармоникам. Структурная схема устройства представлена на рис. 1.

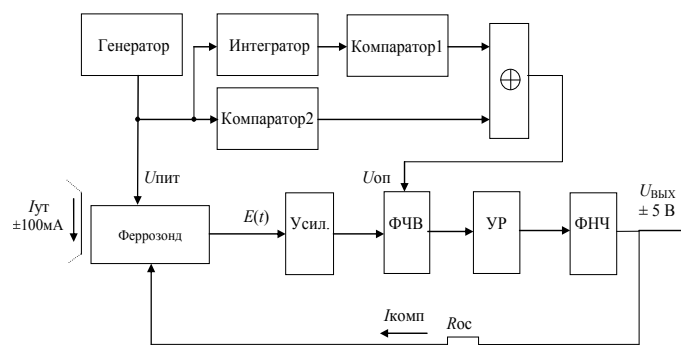


Рис. 1. Структурная схема измерительного преобразователя

Синусоидальное напряжение питания $U_{\text{пит}}$ с помощью интегратора переменного тока сдвигается на угол $\varphi = 90^\circ$. Компараторы формируют две последовательности сдвинутых на угол φ прямоугольных импульсов со скважностью $Q = 2$. На выходе логического элемента «исключающее ИЛИ» (\oplus) формируется опорное напряжение второй гармоники $U_{\text{оп}}$, управляющее ключами ФЧВ. На выходе фильтра низких частот (ФНЧ) формируется постоянное напряжение, пропорциональное току утечки. Так как опорное напряжение ФЧВ формируется непосредственно из питающего, преобразователь инвариантен к частоте первой гармоники, обеспечивает хорошее ее подавление и высокую избирательность по отношению к полезной составляющей сигнала. Усилитель рассогласования (УР) предназначен для выработки сигнала обратной связи, являющегося одновременно информационным. Этот сигнал с помощью резистора обратной связи $R_{\text{ос}}$ (рис. 1) преобразуется в компенсационный ток, запитывающий компенсационную обмотку феррозонда.

Ниже приведены параметры устройства при разомкнутой цепи обратной связи.

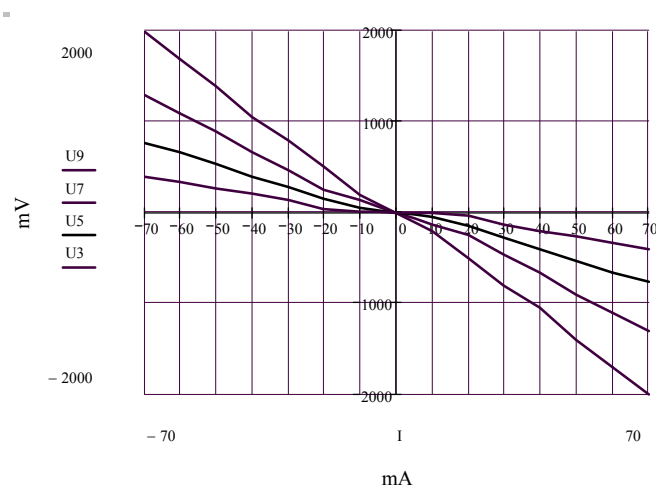


Рис. 2. Передаточные характеристики при напряжениях питания $E = 3; 5; 7; 9$ В

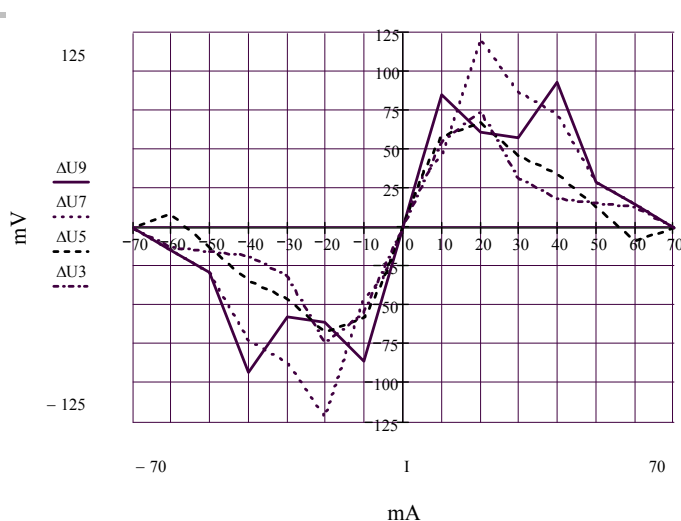


Рис. 3. Абсолютная погрешность при напряжениях питания $E = 3; 5; 7; 9$ В

Как видно из приведенных характеристик, погрешность достигает 20 %, а чувствительность меняется от 0 до 27 мВ/мА. Применение устройства, построенного по разомкнутой схеме, возможно лишь в качестве порогового элемента или индикатора.

По компенсационной схеме (рис. 1) погрешность не превышает 0,5 %. Сигнал обратной связи, являющийся одновременно информационным, с помощью резистора обратной связи R_{OC} (рис. 1) преобразуется в компенсационный ток.

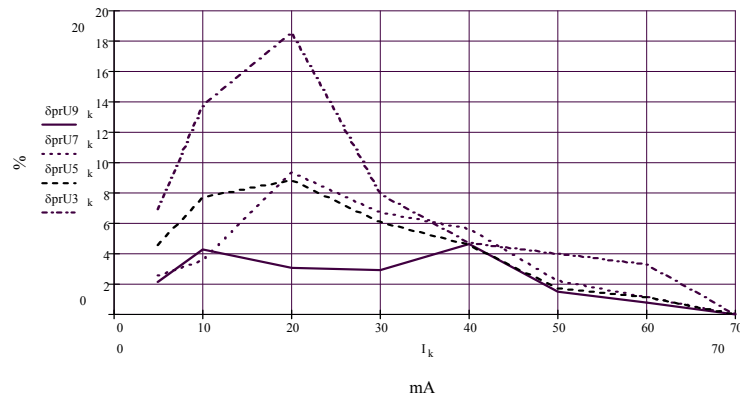


Рис. 4. Приведенная погрешность при напряжениях питания $E = 3; 5; 7; 9$ В

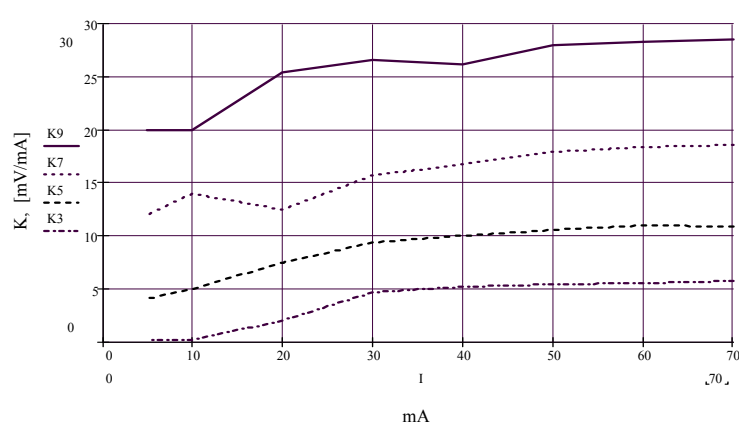


Рис. 5. Зависимость коэффициента преобразования от тока при напряжениях питания $E = 3; 5; 7; 9$ В

Из следующей системы уравнений можно определить необходимый компенсационный ток и значение резистора обратной связи R_{OC} :

$$H_i = w_i \cdot I, A \cdot \text{виток}, \quad (1)$$

$$H_{КОМП} = w_{КОМП} \cdot I_{КОМП}, A \cdot \text{виток}, \quad (2)$$

где H_i – напряженность магнитного поля, создаваемая измеряемым током, $A \cdot \text{виток}$; w_i – число витков в обмотке, по которой протекает измеряемый ток ($w_i = 1$ виток); I – сила измеряемого тока ($I = \pm 100$ мА); $H_{КОМП}$ – напряженность магнитного поля в компенсационной обмотке, $A \cdot \text{виток}$; $w_{КОМП}$ – число витков в компенсационной обмотке ($w_{КОМП} = 50$ витков); $I_{КОМП}$ – сила компенсационного тока, A .

При идеальной компенсации магнитного поля измеряемого тока разность напряженностей близка к нулю, т. е. $\Delta H = H_i - H_{\text{КОМП}} \rightarrow 0$.

Следовательно, компенсационный ток будет равен

$$I_{\text{КОМП}} = \frac{w_i \cdot I}{w_{\text{КОМП}}} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{50} = 2 \cdot 10^{-3}, \text{ А.}$$

Литература

1. Разин, Г. И. Бесконтактное измерение электрических токов. / Г. И. Разин. – М. : Атомиздат, 1974. – 156 с.
2. Афанасьев, Ю. В. Феррозонды / Ю. В. Афанасьев. – Л. : Энергия, 1969. – 167 с.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В НЕФТЕДОБЫЧЕ

В. М. Лукашов

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

Научные руководители: С. Н. Кухаренко, Ю. В. Крышнев

Из источников периодической печати известно, что воздействие частотного спектра на обмотки двигателя и соединительные кабели приводит к нежелательным явлениям:

1. Возникновение перенапряжений в распределенных параметрах обмотки. Эти перенапряжения в два и более раз превышают приложенное напряжение.
2. Перенапряжения в машинах, питаемых от ШИМ-преобразователей, вызывают пробой изоляции.
3. Питание частотно-регулируемого привода по длинному кабелю снижает КПД системы «привод – двигатель» на 10 % и более процентов.

С целью изучения явлений, происходящих в кабеле и двигателе, был создан программно-аппаратный комплекс для измерения сопротивлений в диапазоне частот. Сотрудниками ГГТУ им. П. О. Сухого выполнено измерение частотных характеристик скважинного двигателя с кабелем, а также изоляции кабеля КПиБП.

Измерение входного сопротивления кабеля, с подключенным двигателем, производилось на скважине предприятия «Речица нефть» при воздействующем напряжении 30 В, что составляет 1,5 % от номинального.

Измерение проводилось следующим образом. Воздействующее синусоидальное напряжение через усилитель было подано на кабель. С помощью трансформатора тока производилось измерение тока в кабеле при подаче соответствующего напряжения. Был произведен ряд измерений в исследуемом диапазоне частот. Форма сигналов напряжения и тока регистрировалась электронным осциллографом в виде файла цифровых отсчетов. Данные были обработаны в ПК при помощи соответствующих программных приложений. Построены необходимые частотные характеристики и зависимости.

Результаты измерения полного сопротивления в диапазоне частот приведены на рис. 1.

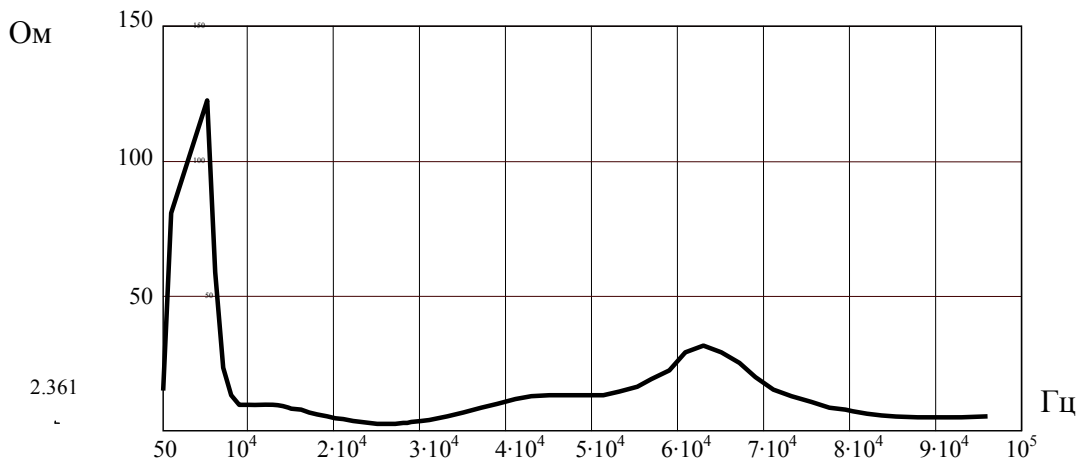


Рис. 1. Частотная характеристика сопротивления кабеля КПиБП с подключенным двигателем

Анализируя полученную характеристику, можно сделать ряд выводов:

1. Начальный участок частотной характеристики имеет подъем, характерный индуктивному сопротивлению двигателя.

2. На частоте 25 кГц частотная характеристика имеет резонанс с активным сопротивлением 2,36 Ом.

3. Кабель является своеобразным фильтром, который подавляет частоту пульсаций на частотах до 10 кГц и имеет собственные резонансы на более высоких частотах. Добротность системы «кабель–двигатель» достаточно высока.

С целью дальнейшего анализа процессов в системе подключения двигателя воспользовались разложением напряжения ШИМ в спектр. Это позволило определить токовую нагрузку жилы кабеля на частотах спектра. Так, на частоте резонанса 25 кГц ток в кабеле:

$$i_{25} = \frac{U \cdot U_{25} / U}{R_{25}} = \frac{1500 \cdot 0,09}{2,36} = 57 \text{ А}, \quad (1)$$

где i_{25} , U_{25} – ток и напряжение на частоте 25 кГц; питающее напряжение $U = 1500 \text{ В}$; U_N / U – коэффициент гармоник, соответствующий частоте 25 кГц; R_{25} – сопротивление кабеля на частоте 25 кГц.

Следовательно, значение тока в жиле кабеля на частоте 25 кГц имеет двукратное превышение рабочего тока кабеля, что, возможно, вызывает его перегрев и повреждение изоляции.

Вторым возможным фактором, вызывающим отказы кабеля и двигателя, является высокочастотный разогрев изоляции. Выполнено измерение частотных характеристик сопротивления изоляции кабеля для участка кабеля длиной 30 см при воздействующих напряжениях 300 и 900 В. Измерения не выявили различия в характере сопротивления с различными напряжениями. Результаты измерения представлены на рис. 2.

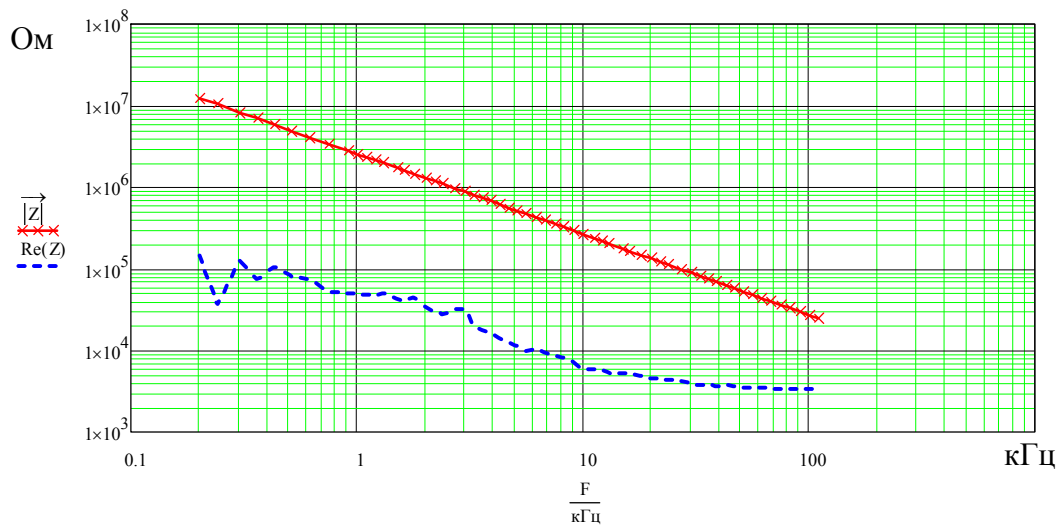


Рис. 2. Зависимость сопротивления изоляции кабеля КПиБП от частоты:
 $|Z|$ – модуль полного сопротивления; $Re(Z)$ – активная составляющая
 сопротивления для последовательной схемы замещения

Модуль комплексного сопротивления изоляции кабеля имеет спад частотной характеристики 20 Дб/дек, что соответствует емкостному характеру сопротивления (это подтверждает правильность проводимого эксперимента). Активная составляющая, связанная с разогревом изоляции, последовательной схемы замещения имеет спад сопротивления. Такая частотная характеристика свидетельствует о росте частотных потерь в изоляции на частотах выше 10 кГц. Частоты свыше 20 кГц, присутствующие в спектре напряжения ШИМ, приводят к перегреву изоляции.

Выполнено измерение передаточной характеристики применяемого силового фильтра. Измерение проводилось с целью определения частот ослабления сигнала. Результаты измерения представлены на рис. 3.

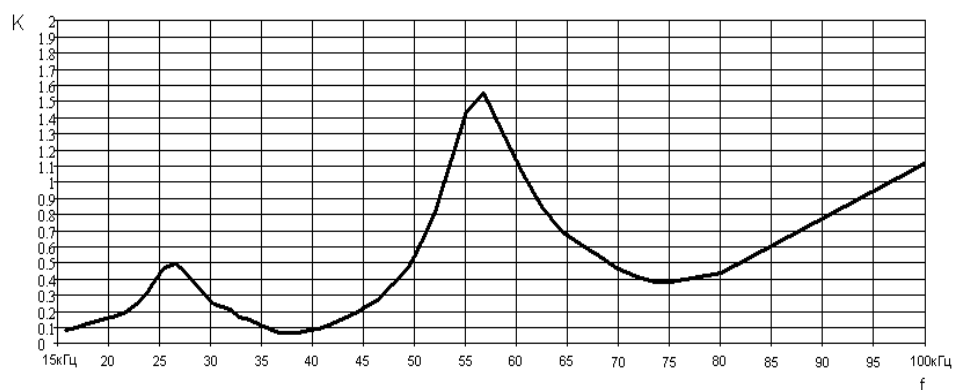


Рис. 3. Передаточная характеристика силового фильтра

По передаточной характеристике можно констатировать, что максимальное ослабление сигнала происходит на частотах от 35 до 40 кГц (коэффициент усиления равен 0,1). Пики передаточной характеристики приходятся на частоты: 26 кГц (коэффициент усиления равен 0,5) и 57 кГц (коэффициент усиления равен 1,55). Резонанс кабеля на частоте 25 кГц (см. выше) не подавляется силовым фильтром. Следо-

вательно, кабель не защищен от перегрузок, а фильтр не обеспечивает достаточное ослабление высокочастотных составляющих спектра сигнала, создаваемых преобразователем частоты, который служит для управления насосным двигателем.

Заключение

По результатам проведенных предварительных измерений необходимо сделать ряд выводов:

1. Частотные свойства изоляции применяемого кабеля и кабельной линии имеют существенные потери на высокой частоте. Следовательно, можно утверждать, что причиной перегрева изоляции является высокочастотное воздействие спектра сигнала создаваемого системой управления.

2. Силовой фильтр не обеспечивает достаточное подавление пагубной для кабельной линии высокочастотной составляющей.

3. На основе результатов измерения возможна разработка технических решений, позволяющих ограничить высокочастотное воздействие, произвести модернизацию существующих либо изготовить вновь разработанные фильтры.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА

В. А. Хананов, А. В. Карпов

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

Научный руководитель В. А. Карпов

В настоящее время использование датчиков Холла в измерительных преобразователях приняло чрезвычайно широкий размах. Это объясняется появлением доступных, надежных и дешевых датчиков Холла (ДХ), выпускаемых многими электронными компаниями. ДХ применяют для решения задач, в которых возможно преобразовать измеряемую величину в изменение магнитного поля, например, конфигурируя поле с помощью магнитопроводов и постоянных магнитов. Такие датчики используют для измерительных преобразователей механических величин (частоты вращения, углового или линейного перемещения, ускорения) и измерителей тока [1].

Однако для сохранения метрологических характеристик ИП на основе ДХ, особенно в широком диапазоне рабочих температур, приходится усложнять конструкцию магнитопровода и/или использовать более сильные магниты. Это объясняется тем обстоятельством, что ДХ имеют определенный температурный дрейф (сравнимый с дрейфом резистора общего применения 250...500 ppm/°C). Основная масса ДХ имеет так называемый ратиометрический выход, а питание этих датчиков имеет определенный диапазон. Так, например, ДХ SS496 (Honeywell) в идеальном случае имеет выходной сигнал следующего вида:

$$U_{\text{вых}} = \frac{E_{\text{пит}}}{2} + B \cdot S \cdot E_{\text{пит}} + E_{\text{см}}, \quad (1)$$

где $E_{\text{пит}}$ – напряжение питания ДХ, (4,5...10) В; B – индукция магнитного поля, Тл; S – чувствительность ДХ, мВ/(Тл · В); $E_{\text{см}}$ – напряжение смещения, В.

Напряжение смещения $E_{\text{см}}$ – это разность между выходным напряжением ДХ и $E_{\text{пит}} / 2$ при нулевой индукции магнитного поля. Напряжение смещения в большей степени зависит от температуры, поэтому температурный дрейф напряжения смещения ($\Delta E_{\text{см}}/\Delta t$) приводит к возникновению погрешности измерения.

Таким образом, выходной сигнал ДХ зависит от трех величин: $E_{\text{пит}}$, B , t °C. В техническом описании эта зависимость приводится для одного напряжения питания (в данном случае для $E_{\text{пит}} = 5\text{В}$) и не приводятся данные о зависимости температурного дрейфа от напряжения питания [2]. Для выяснения этого вопроса был проведен эксперимент, в котором измерялся температурный дрейф для различных напряжений питания. Данные эксперимента приведены в таблице.

Данные эксперимента

| $E_{\text{пит}}, \text{В}$ | $\Delta t, ^\circ\text{C}$ | $\Delta E_{\text{см}}, \text{В}$ | $\Delta E_{\text{см}}/\Delta t, \text{мВ}/^\circ\text{C}$ |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| 5 | 69 | 11 | 0,159 |
| 6 | 84 | 14 | 0,167 |
| 7 | 68 | 10 | 0,147 |
| 8 | 84 | 13 | 0,155 |
| 9 | 64 | 10 | 0,156 |
| 10 | 88 | 13,5 | 0,154 |

Из последней колонки видно, что температурный дрейф слабо зависит от напряжения питания. Эту особенность ДХ можно использовать для снижения влияния температурного дрейфа. Суть метода сводится к тому, что проводятся два измерения при разных напряжениях питания, а результат рассчитывается как частное от проведенных измерений:

$$U_{\text{вых}} = \frac{E_{\text{пит}1}}{2} + BSE_{\text{пит}1} + E_{\text{см}1} - \left(\frac{E_{\text{пит}2}}{2} + BSE_{\text{пит}2} + E_{\text{см}2} \right). \quad (2)$$

Если принять, что $E_{\text{см}1} \approx E_{\text{см}2}$, то получим:

$$U_{\text{вых}} = \frac{E_{\text{пит}1} - E_{\text{пит}2}}{2} + BS(E_{\text{пит}1} - E_{\text{пит}2}). \quad (3)$$

В результате температурный дрейф будет существенно снижен.

На рис. 1 приведена функциональная схема измерительного преобразователя с использованным ДХ и уменьшенным температурным дрейфом.

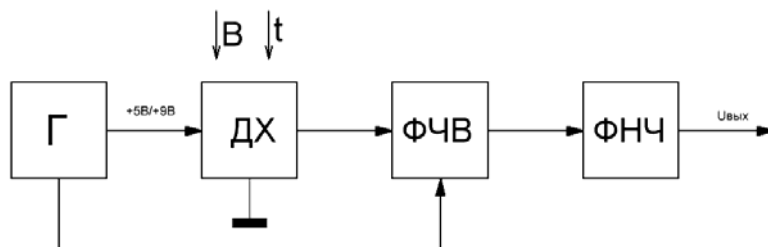


Рис. 1. Функциональная схема измерительного преобразователя на основе ДХ со сниженным температурным дрейфом: Г – генератор, выдающий последовательность прямоугольных импульсов частотой 5 кГц и амплитудой 5В/9В; ДХ – датчик Холла SS496; ФЧВ – фазочувствительный выпрямитель; ФНЧ – фильтр нижних частот

В данной схеме функцию вычитания выполняют управляемый генератором ФЧВ и ФНЧ. В момент времени, когда напряжение генератора равно $E_{пит1}$, коэффициент усиления ФЧВ $K = 1$, а при $E_{пит2} - K = -1$. Напряжение с выхода ФЧВ подается на фильтр нижних частот, который осуществляет выполнение выражения (3). Временные диаграммы, поясняющие принцип работы, представлены на рис. 2.

В ходе проведенных экспериментов было установлено, что влияние температуры на результат измерения снижено в 7–9 раз.

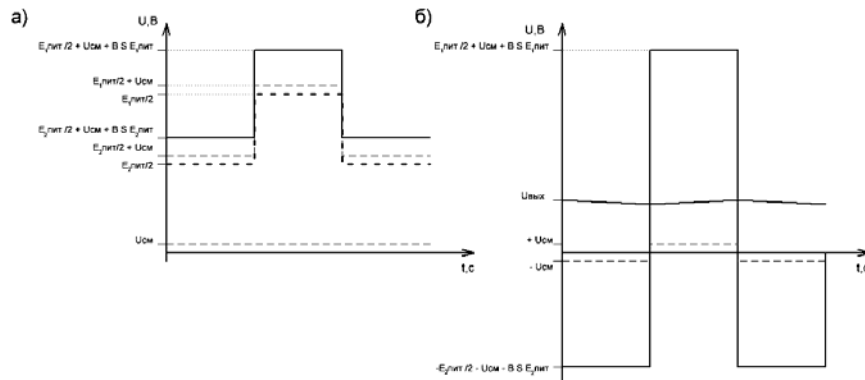


Рис. 2. Временные диаграммы, поясняющие принцип работы:
а – напряжение генератора и ДХ; б – напряжения ФЧВ и ФНЧ

Заключение

В ходе проделанной работы были осуществлены исследования зависимости температурного дрейфа от внешних факторов, предложен способ снижения температурного дрейфа. Были проведены экспериментальные исследования предложенного метода, которые показали, что влияние температурного дрейфа снижено в 7–9 раз.

Литература

1. Волович, Г. Интегральные датчики Холла / Г. Волович // Совр. электроника (СТА-ПРЕСС). – 2004. – № 12. – С. 26–31.
2. Интернет-ресурс: Техническая документация на SS496. – Режим доступа: <http://sccatalog.honeywell.com/pdbdownload/images/ss496.series.chart.1.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2013.

РАСЧЕТ ОСЛАБЛЕНИЯ СИГНАЛА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ СРЕДЫ «СТЕНКА ТРУБЫ – ИЗОЛЯЦИОННОЕ ПОКРЫТИЕ – ГРУНТ – ВОЗДУХ»

А. А. Кутень, А. В. Сахарук, А. А. Бурьев

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

Научные руководители: Н. И. Вяхирев, Л. А. Захаренко

Для определения требований к характеристикам приемопередатчиков, осуществляющих передачу радиосигнала в трубопровод и обратно, необходимо рассчитать затухание сигнала в средах «воздух–грунт–трубопровод». Прохождение каждой из сред будет приводить к затуханию сигнала, однако 90–95 % затухания будет определять сталь трубопровода. По сути, трубопровод является экраном для магнитных полей. Оценим влияние этого экрана на ослабление магнитного поля в трубе.

Действие экрана мы будем характеризовать коэффициентом экранирования S , определенным в уравнении (1) как отношение напряженности H_i внутри к напряженности H_a вне экрана [1]. Отметим, что в общем случае коэффициент экранирования является комплексной величиной.

Коэффициент экранирования можно определить по уравнению

$$\frac{H_i}{H_a} = S = \frac{1}{\operatorname{ch}(kd) + \frac{1}{2}K \cdot \operatorname{sh}(kd)} = \frac{1}{\operatorname{ch}(1+j)\frac{d}{\delta} + \frac{\mu_0}{2\mu} \cdot \frac{1+j}{\delta} D \cdot \operatorname{sh}(1+j)\frac{d}{\delta}}, \quad (1)$$

где d – толщина пластины; δ – эквивалентная глубина проникновения; μ_0 – магнитная постоянная; μ – магнитная проницаемость; D – расстояние между пластинами.

Так называемое экранное затухание b_s определим, исходя из модуля S по формуле

$$b_s = \ln \frac{1}{|S|} = \ln \left| \frac{H_a}{H_i} \right| \approx \begin{cases} \frac{1}{2} \ln \left[1 + \left(\frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{D \cdot d}{m \cdot \delta^2} \right)^2 \right] = \frac{1}{2} \ln \left[1 + \left(\frac{\omega \cdot \mu_0 \cdot D \cdot d}{2m} \right)^2 \right], & d < \delta; \\ \frac{d}{\delta} + \ln \frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{D}{2\sqrt{2m \cdot \delta}}, & d > \delta. \end{cases} \quad (2)$$

Во всех случаях экранное затухание тем больше, чем больше D . В формулу (2) введен множитель m , при помощи которого эти формулы распространяются на цилиндрические экраны. Для этой цели нужно размер D заменить диаметром и положить $m = 2$ для цилиндрического экрана.

Для расчета коэффициента экранирования S цилиндрического экрана, представленного на рис. 1, может служить формула (1), в которую вместо расстояния между пластинами D нужно подставить радиус R экрана. Такое применение формулы допустимо, если предположить, что рассматриваемая цилиндрическая оболочка тонкостенная ($d \ll R$).

При любых значениях μ затухание сигнала возрастает с увеличением частоты, причем тем быстрее, чем меньше намагниченность стали. Максимальный уровень передаваемого сигнала будет наблюдаться в области низких частот. Однако следует отметить, что построение канала связи в области очень низких частот проблематично по причине нереально больших требуемых габаритов приемной и передающей катушек (антенн). Компромиссным решением является работа в диапазоне частот 20–25 Гц. Для работы приемопередатчика выбрана частота 22 Гц.

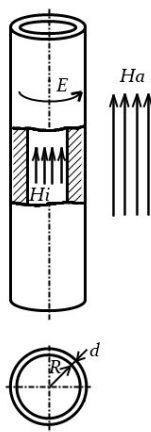


Рис. 1. Цилиндрический экран в аксиально направленном поле

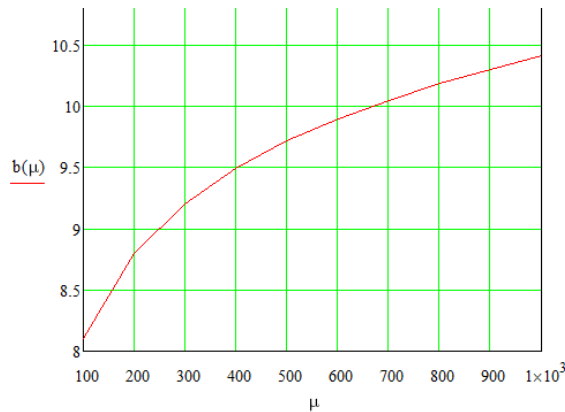


Рис. 2. Зависимость экранного затухания от магнитной проницаемости материала

Из графика видно, что для стали с магнитной проницаемостью $\mu = 1000$ ослабление сигнала будет составлять примерно 10,5 раз.

Был проведен эксперимент, в ходе которого были рассмотрены два случая измерения сигнала: в случае, когда передатчик находится вне трубы, и случай, когда он помещен в трубу. Схема экспериментов представлена на рис. 3, фото экспериментальных макетов – на рис. 4. Коэффициент ослабления экспериментально определялся по формуле

$$K_{\text{осл}} = \frac{U_1}{U_2} \tag{3}$$

Результаты эксперимента приведены в таблице.



Рис. 3. Схема эксперимента: Г – генератор синусоидального сигнала частотой 22 Гц, УМ – усилитель мощности; ПУ – предварительный усилитель; Осц – осциллограф; U_1 и U_2 – амплитуда сигнала в опытах с трубой и без трубы соответственно

Экспериментальные данные

| Показатель | Номер опыта | | |
|---------------------|-------------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| U_1 , В | 5 | 5 | 5 |
| U_2 , мВ | 400 | 390 | 410 |
| $K_{\text{осл}}$ | 12,5 | 12,82 | 12,195 |
| $K_{\text{осл.ср}}$ | 12,5 | | |

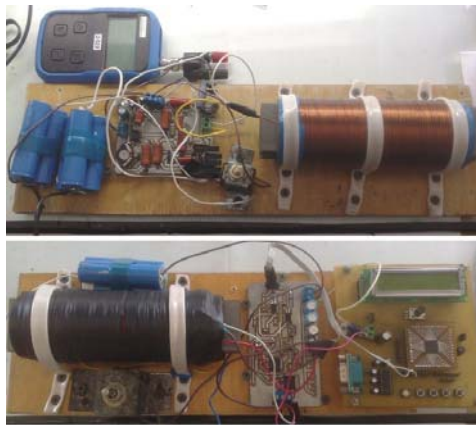


Рис. 4. Фото экспериментальных макетов

Расчет по формуле (2) и эксперимент дают значения одного и того же порядка.

Литература

1. Каден, Г. Электромагнитные экраны в высокочастотной технике и технике электросвязи / Г. Каден. – М., 1957. – 327 с.
2. Разработка средств поиска, управления и контроля состояния внутритрубного тампонагерметизатора : отчет о науч.-исслед. работе. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009.
3. Y. Kryshneu, L. Zakharanka, E. Vinagradau, A. Khramau, A. Sakharuk, M. Stalbou, V. Staratsenka. The monitoring and control system of the intrapipe sealer // ITELMS'2010. – Materials of 5th International Conference Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems / Panevezys, Lithuania, 2010. – P. 31–36.

ІМПУЛЬСНЫ СТАБІЛІЗАТАР АНОДНАГА ТОКУ ДЛЯ СТАНЦЫЙ КАТОДНАЙ АБАРОНЫ З КАНТРОЛЕМ АХОЎНАГА ПАТЭНЦЫЯЛУ

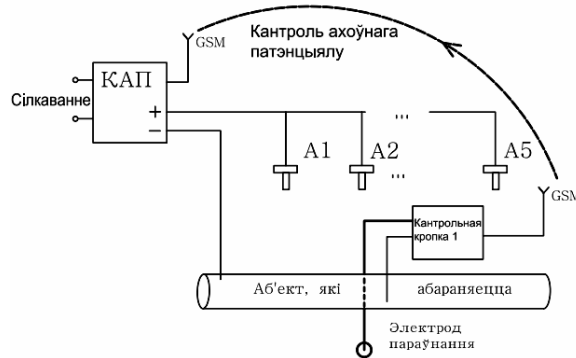
А. В. Мельнікаў

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Беларусь*

Навуковыя кіраўнікі: Ю. В. Крышнёў, Л. А. Захаранка

Карозія падземных трубаправодаў з'яўляецца адной з асноўных прычын іх разгерметызавання з прычыны ўтварэння каверн, расколін і парываў [1]. Для абароны падземных збудаванняў спецыялістамі кафедры «Прамысловая электроніка» ГДТУ імя П. В. Сухого быў распрацаваны трохканальны стабілізатар-дзельнік аноднага току з выкарыстаннем шыроўна-імпульсвай мадуляцыі [2]. Дадзены метады мае перавагі над аналагамі: забяспечвае раўнамернасць абароны, высокі ККД, аўтаматычнае падтрыманне зададзеных анодных токаў і тым самым дазваляе павысіць якасць і надзейнасць электрахімічнай абароны трубаправодаў. Аднак дадзены метады мае адзін недахоп – змена знешніх параметраў (супраціў грунта, дэградацыя ахвярнага анода, тэмпература металу і асяроддзя, рН-асяроддзя і інш.) ссоўвае ахоўны патэнцыял у зону «недааховы» або зону «перааховы», што непасрэдна ўплывае на якасць абароны. Да таго ж, для забеспячэння бесперабойнай працы сістэм электрахімічнай абароны (ЭХА) і кантролю над патэнцыялам на трубаправодзе неабходна рэгулярна абслугоўваць электраўсталеўкі і кваліфікавана праводзіць электрычныя вымярэнні. Прапанаваны пяціканальны дзельнік аноднага току з кантролем ахоўнага патэнцыялу прадуцтвае, што назіранне за патэнцыялам на трубе будзе адбывацца ў аўтаматычным рэжыме, з

выкарыстаннем GSM-модуляў, адзін з якіх будзе ўсталяваны ў кантрольнай кропцы, а другі – непасрэдна на катоднай ахоўнай прыладзе. Прапанаваны прынцып абароны падземных збудаванняў адлюстраваны на мал. 1.

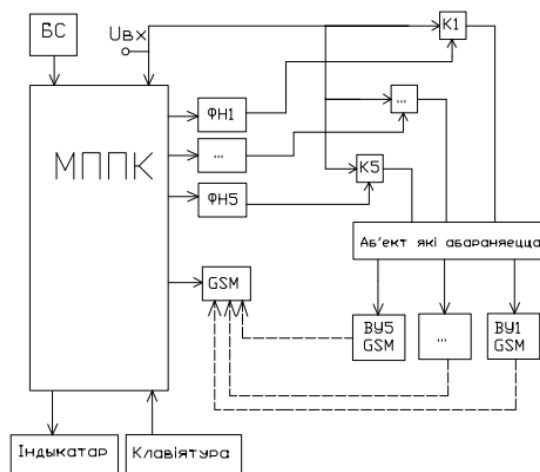


Мал. 1. Прынцып абароны падземных збудаванняў: КАП – катодная ахоўная прылада; А1–А5 – глыбінныя анодныя заземляльнікі

Кіраванне сучасным GSM-модулем адбываецца паводле пратакола UART, з дапамогай набору AT-каманд. Дадзены метады кантролю дазваляе не толькі кантраляваць патэнцыял на трубе катоднай ахоўнай прылады, але і выдалена атрымаць звесткі аб працы ўсей сістэмы абароны.

У якасці кіруючага мікракантролера быў абраны ATmega32A4-AU. Яго галоўнай асаблівасцю з'яўляецца наяўнасць пяці індыўідуальна наладжвальных генератараў лічбавых сігналаў, якія дазваляюць рэалізаваць каналы кіравання па прынцыпе ШІМ-модуляцыі, а г.зн. палепшыць раўнамернасць абароны. Акрамя таго, мікракантролер дазваляе падключыць да 5 прыладаў з пратаколам UART, што дазваляе зручным чынам ажыццявіць спалучэнне з GSM-модулямі.

Функцыянальная схема станцыі катоднай абароны з 5-канальным стабілізатарам аноднага току адлюстравана на мал. 2.



Мал. 2. Функцыянальная схема прапанаванай станцыі катоднай абароны з 5-канальным стабілізатарам аноднага току: МППК – мікрапрацэсарная прылада кіравання; К1–К5 – каналы дзельніка току; ВУ1–ВУ5 – вымяральныя ўзмацняльнікі; БС – блок сілкавання; ФН1–ФН5 – фарміроўнікі напружкі, GSM – тэлекамунікацыйныя модулі фармату GSM

Таким чином, мы атрымліваем аўтаматычную сістэму абароны падземнага аб'екта, у якой патрабуецца задаць толькі неабходныя ахоўныя патэнцыялы. У перспектыве распрацоўка можа быць выкарыстана на падземных нафта- і газаправодах з вольнай колькасцю трубаправодаў, якія падлягаюць абароне.

Літаратура

1. Защита трубопроводов от коррозии. : в 2 т. Т. 2 / Ф. М. Мустафин [и др.]. – СПб. : Недра, 2007.
2. Стабилизатор-делитель анодного тока для станций катодной защиты магистральных трубопроводов / Ю. В. Крышнев [и др.] // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : сб. тез. докл. VI междунар. науч.-практ. конф. : в 2-х т. / Редкол.: А. Ю. Лупей [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 1. – С. 374–375.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СЧИТЫВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ПРОЕКТА «НИКА»

Ю. В. Прядко

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

Научный руководитель С. Н. Кухаренко

Работа выполнялась с целью проработки концепции электропитания считывающей электроники в Многоцелевом Детекторе ускорительного комплекса НИКА. К системе электропитания предъявляется ряд специфических требований, эти требования не позволяют использовать типовые решения электропитания.

Считывающая электроника состоит из системы датчиков частиц, аналого-цифровых преобразователей, вычислительного процессора и интерфейса. Номинальные питающие напряжения составляют 1,1; 1,8; 2,5 В. Средний потребляемый ток составляет 20 А. Отклонение напряжения в диапазоне токов не должно превышать ± 20 мВ, а в переходном режиме ± 50 мВ.

Плотность конструкции первичных преобразователей и схемы обработки сигналов не позволяет разместить источники в непосредственной близости с питаемой схемой. Предложено реализовать подключение считывающей электроники по кабелю длиной около двух метров. Наличие кабеля в системе электропитания, а также высоких требований к стабильности питающих напряжений привело к необходимости разработки системы электропитания с обратной связью по напряжению нагрузки. В результате обзора возможных вариантов было выработано структурное решение, представленное на рис. 1.

Основной особенностью является применение кабеля – Л, который позволит разместить блоки питания за пределами устройства обработки сигналов. Кабель выполнен из свитого монтажного провода ПВ4 2.5.

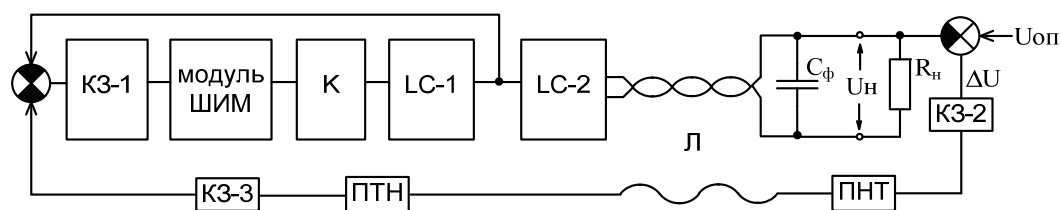


Рис. 1. Структурная схема блока питания

Основу структурной схемы составляет ШИМ преобразователь понижающего типа состоящего из корректирующего звена внутреннего контура регулирования – КЗ-1, модуля ШИМ, силовых ключей – К, сглаживающего – LC-1 и радиочастотного – LC-2 фильтров. В соответствии с предложенной концепцией структура (рис. 1) содержит: внешний контур регулирования, который состоит из схемы сравнения и источника опорного напряжения – $U_{оп}$, корректирующего звена – КЗ-2 и канала передачи сигнала ошибки, выполненного по схеме токовой петли, преобразователи напряжение-ток и ток-напряжение – ПНТ, ПТН.

Проектирование внутреннего контура регулирования выполнено по типовой методике с применением специализированных микросхем TPS40195 и CSD86350Q5D.

Наличие кабеля Л в структуре системы автоматического регулирования (рис. 1) привело к необходимости идентификации его параметров как объекта регулирования. Особенность кабеля в том, что его характеристика связана с импедансом выходного фильтра – LC-2 и емкости нагрузки – C_{ϕ} . Исследование кабеля выполнено методом исследования частотной характеристики системы [1]. Функциональная схема исследования частотной характеристики представлена на рис. 2.

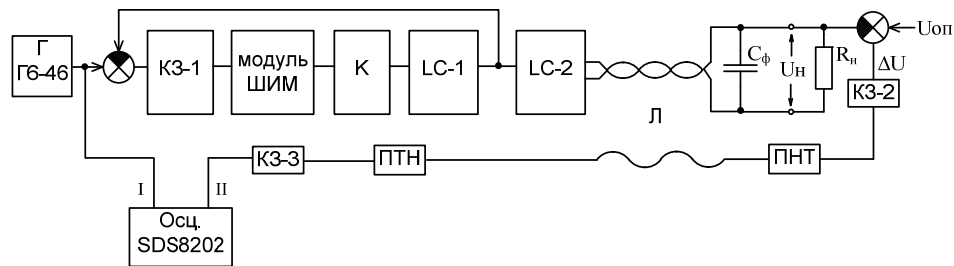


Рис. 2. Схема исследования частотной характеристики

Для ряда частот, задаваемых генератором Г6-46, выполнена запись цифровых осциллограмм осциллографом OWON SDS8202. Последующая обработка цифровых отсчетов, выполнена в программе Mathcad, позволила получить значения коэффициентов передачи и фазового сдвига для каждой из частот. В результате были построены амплитудно-частотные (АЧХ) – *a* и фазо-частотные (ФЧХ) – *б* характеристики объекта регулирования, содержащего кабель (рис. 3). Измерения частотной характеристики проводились для нескорректированных КЗ-2 и КЗ-3. Таким образом, на рисунке представлена собственная АЧХ стабилизатора, кабеля и нагрузки.

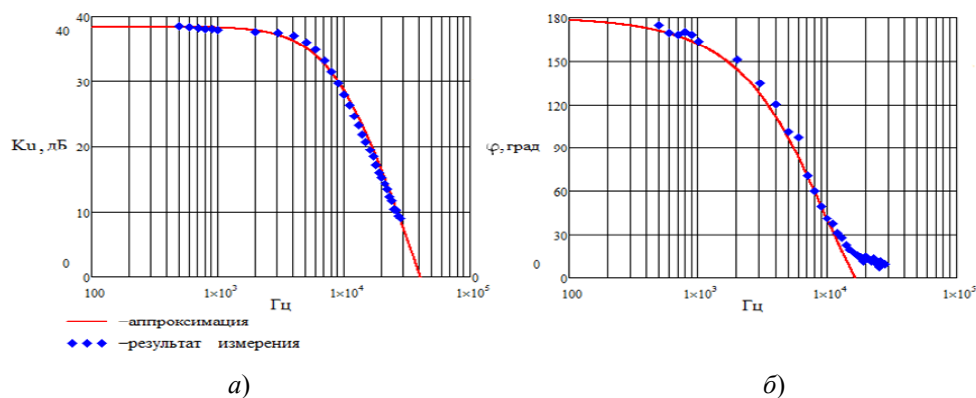


Рис. 3. Амплитудно-частотные *a*) и фазо-частотные *б*) характеристики и их аппроксимирующие зависимости

Аппроксимация экспериментальных данных позволила получить аналитическое представление системы регулирования в виде полинома третьего порядка:

$$w_1(p) = \frac{84}{(1 + \rho\tau_1)(1 + \rho\tau_2)(1 + \rho\tau_3)}, \quad (1)$$

где $\tau_1 = 1,693 \cdot 10^{-5}$; $\tau_2 = 1,67 \cdot 10^{-5}$; $\tau_3 = 1,658 \cdot 10^{-5}$ – постоянные времени аппроксимации.

Зависимость (1) использована при синтезе частотных характеристик КЗ-2 и КЗ-3. В результате синтеза корректирующих звеньев, получена передаточная функция $Wk(p)$:

$$Wk(p) = \frac{(2600 \cdot \pi + p) \cdot (18800 \cdot \pi + p) \cdot (19000 \cdot \pi + p) \cdot (19200 \cdot \pi + p)}{562590 \cdot \pi \cdot (80 \cdot \pi + p) \cdot (16000 \cdot \pi + p) \cdot (16000 \cdot \pi + p)}. \quad (2)$$

С целью практической реализации регуляторов КЗ-2 и КЗ-3 по синтезированному решению, разработана и изготовлена принципиальная схема (рис. 4).

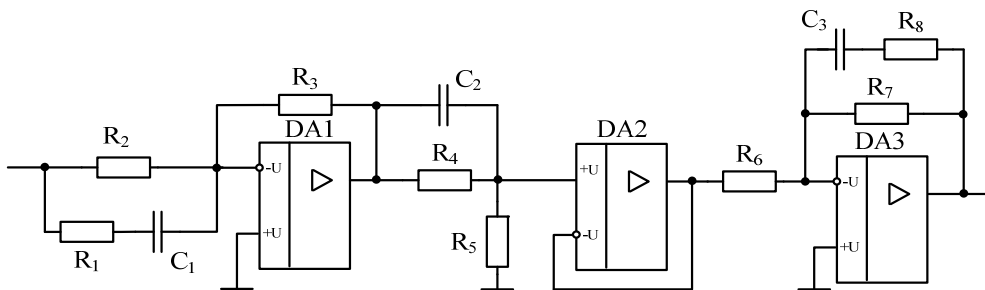


Рис. 4. Схема корректирующих звеньев КЗ-2 и КЗ-3

Выполнены исследования частотной характеристики скорректированной структуры содержащей кабель. Результаты расчетных и измеренных характеристик приведены на рис. 5.

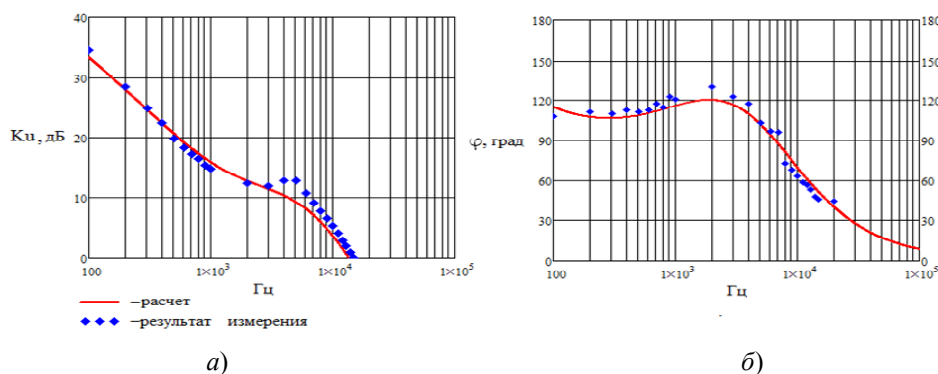


Рис. 5. Характеристики скорректированного стабилизатора напряжения: а – АЧХ и б – ФЧХ

В результате выполненной последовательности расчетов и измерений, получена система управления стабилизатором напряжения, содержащим длинный кабель. Которая имеет следующие технические характеристики: нестабильность напряжения нагрузки при изменении тока нагрузки 0 ± 20 А составляет 0,005 В, диапазон выходных напряжений от 1 до 3 В, амплитуда переходной характеристики не более 50 мВ.

Литература

1. Четти, П. Проектирование ключевых источников электропитания : пер. с англ. / П. Четти. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 240 с. : ил.

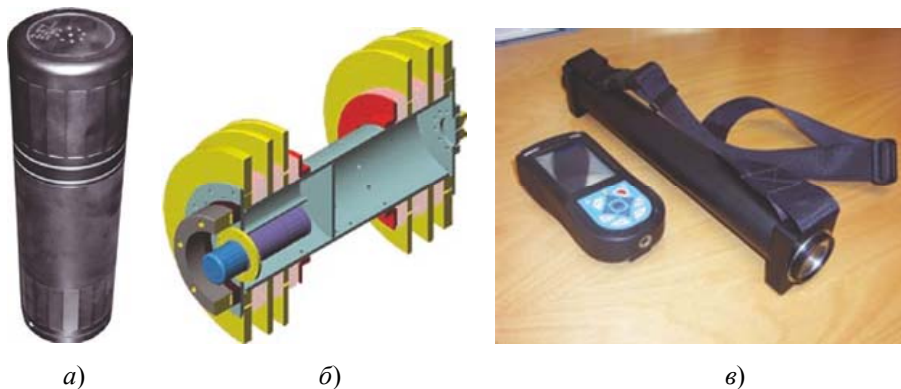
**ПАРАЎНАЛЬНЫ АНАЛІЗ СРОДКАЎ КІРАВАННЯ
ЎНУТРЫТРУБНЫМІ ПРЫЛАДАМІ
ПАДЗЕМНЫХ НАФТАПРАВДАЎ**

М. В. Сталбоў

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Беларусь*

Навуковы кіраўнік Ю. В. Крышнёў

1. *Сістэма пошуку ўнутрытрубных снарадаў TDW SMARTTRACK.* Сістэма TDW SMARTTRACK была першапачаткова распрацавана кампаніяй TDW Offshore для выкарыстання сумесна з сістэмай ізаляцыі трубаправода TDW Offshore SmartPlug. Пазней дадзеная сістэма была прадстаўлена як асобная прылада для пошуку і выканання базавых аперацый з унутрытрубнымі снарадамі. Сістэма складаецца з транспондэраў, якія замацоўваюцца на снарадзе, і наземнага прыёмаперадатчыка. Транспондэр пасля ўсталёўкі на снарад знаходзіцца ў спячым рэжыме, і можа быць пераведзены ў працоўны рэжым пазней. Транспондэр выпраменьвае электрамагнітны сігнал, магутнасць і частата якога рэгулюецца выдалена ў залежнасці ад прымянення сістэмы. Высокая частата перадачы выкарыстоўваецца для фіксацыі праходжання снарада, які рухаецца на высокай хуткасці, а нізкая частата – для суправаджэння снарада да фіксаванай кропцы трубаправоду на працягу доўгага перыяду часу. Магутнасць перадачы рэгулюецца для аптымізацыі спажыванай энергіі ў залежнасці ад хуткасці снарада, глыбіні залягання трубаправода і патрабаванай дакладнасці пазіцыянавання. Транспондэр таксама можа весці маніторынг ціску ў трубаправодзе і захоўваць дадзеныя ў «часопісе». Магчыма адначасовае сачэнне за некалькімі ўнутрытрубнымі снарадамі, дзякуючы ўнікальнаму ідэнтыфікацыйнаму коду кожнага транспондэра. Асноўныя тэхнічныя характарыстыкі сістэмы TDW SMARTTRACK згодна тэхнічнай дакументацыі [1]: дыяметр снарада > 254 мм, перыяд паўтарэння сігналу выяўлення 0,4...8 с, частата перадачы транспондэраў 8...22 Гц, радыус выяўлення – 9 м (на паветры), 4 м (пры таўшчыні сценак трубаправода 16 мм), дакладнасць пазіцыянавання снараду – ± 50 мм, час працы ад акумулятараў – 4...400 дзён, максімальны ціск у трубаправодзе – 300 атм, максімальная працоўная тэмпература – 60 °С.



Мал. 1. Сістэма пошуку ўнутрытрубных снарадаў TDW SMARTTRACK:
а – транспондэр; б – усталёўка перадачы на снарадзе;
в – наземны прыёмаперадатчык сістэмы

2. *Сістэма фіксаванага выяўлення ўнутрытрубных снарадаў ClampOn DSP.* Дадзеная сістэма уяўляе сабой стацыянарную прыладу, якая мантуецца непасрэдна на сценку трубаправода. Паводле [2], прынцып дзеяння прылады заснаваны на выкарыстанні інтэлектуальнага ўльтрагукавога датчыка. Датчык з высокай дакладнасцю вызначае праходжанне ўсіх тыпаў унутрытрубных снарадаў у рэальным часе, а таксама таўшчыню пласта смецця, які выштурхваецца ачышчальным снарадам, і выдае сігнал папярэджання аператару. Магчымая таксама ўсталёўка датчыкаў тэмпературы і паскарэння. Ультрагукавы датчык працуе адначасова на некалькіх частотах, што забяспечвае абарону ад ілжывых спрацоўванняў. Дадзеныя ад датчыкаў перадаюцца па кабелю на камп'ютар. Да вартасцяў сістэмы можна аднесці цалкам лічбавую апрацоўку сігналаў, ужыванне лічбавых сігнальных працэсараў, адсутнасць ўмяшання ў трубаправод, магчымасць усталёўкі ў агрэсіўных асяроддзях, захоўванне вымяральных інфармацыі ў т.з. «часопісе» да 60 дзен, здольнасць самадыягностыкі і гнуткасць сістэмы, праз тое, што адзін і той жа датчык можа выконваць выяўленне снарадаў, часціц і спектральны аналіз.



Мал. 2. Сістэма фіксаванага выяўлення ўнутрытрубных снарадаў ClampOn DSP

3. *Сістэма пошуку і сачэння за ўнутрытрубнымі снарадамі L22M.* Сістэма дазваляе ў рэальным часе сачыць і запісваць дадзеныя аб праходжанні ўнутрытрубных снарадаў, якія выкарыстоўваюць звышнізкочастотныя перадатчыкі ў дыяпазоне ад 15 да 30 Гц у рэжыме фіксаванай частаты альбо сканавання дыяпазону частот, або магніты, якія выкарыстоўваюць тэхналогію ўцечкі магнітнага патоку падоўжнага намагнічвання (сістэмы MFL). У некаторых выпадках магчыма выяўленне снарадаў з металічным корпусам, дзякуючы ўласнаму слабаму магнітнаму полю прылады. Сістэма абсталявана GPS-прыёмнікам для дакладнага вызначэння месцазнаходжання снарада. Магчымы прыём інфармацыі ад наземных маркераў. Паводле [3], да вартасцяў дадзенай сістэмы можна аднесці: сачэнне ў рэальным часе за рознымі ўнутрытрубнымі снарадамі, атрыманне інфармацыі ад стацыянарных унутрытрубных прылад, мультычастотны прыёмнік сігналаў дыяпазону 15–30 Гц, хуткадзейны GPS-прыёмнік, магчымасць перадачы інфармацыі на камп'ютар па бесправдных сетках, гукавая сігналацыя пра набліжэнне снарада па інтэрфейсу Bluetooth, малая вага (1,32 кг) і памер (24 x 8, 5 x 14 см) прылады, час працы 200 гадзін пры сілкаванні ад двух алкалінавых батарэй тыпаразмеру «D», меншы кошт у параўнанні з аналагічнымі сістэмамі. Прылада з'яўляецца адзінай у сваім класе, здольнай выяўляць стацыянарныя магнітныя прылады (MFL).



Мал. 3. Сістэма пошуку і сачэння за унутрытрубнымі снарадамі L22M

4. Сістэма пошуку і сачэння за ўнутрытрубнымі снарадамі TRAXALL 770. Сістэма TRAXALL 770 з'яўляецца найноўшай распрацоўкай кампаніі CDI ў галіне выяўлення і сачэння за ўнутрытрубнымі снарадамі і прызначана для працы, як сумесна з перадачыкамі сямейства CD42, так і з перадачыкамі аналагічных сістэм. TRAXALL 770 дазваляе выконваць адначасовае сачэнне за 7 снарадамі, перадачыкі якіх працуюць на розных частотах. Прылада выкарыстоўвае лічбавы сігнальны працэсар для апрацоўкі атрыманых дадзеных. Магчыма выяўленне снарадаў з магнітамі сістэмы MFL. Пры набліжэнні снарада сістэма выдае гукавы сігнал. Сістэма абсталявана GPS-прыёмнікам, які дазваляе вызначаць і запісваць каардынаты праходжання снарада ў пэўнай кропцы трубаправада. Прыёмная антэна інтэгравана з наземным прыладай. Магчыма ажыццявіць сувязь з камп'ютарам па інтэрфейсах Bluetooth і USB. Пры выкарыстанні TRAXALL 770 сумесна з радыёсістэмай CDI LineStat магчымы аўтаномны маніторынг праходжання ўнутрытрубных снарадаў з адпраўкай апавяшчэнняў ў выглядзе e-mail, або тэкставых паведамленняў. Радыёсістэма CDI LineStat не патрабуе наяўнасці сеткі сатавай сувязі і працуе ў любым пункце свету. Наземная прылада TRAXALL 770 прызначана для працы пры тэмпературы навакольнага асяроддзя ад -20 да $+70$ °C [4].



Мал. 4. Сістэма пошуку і сачэння за ўнутрытрубнымі снарадамі TRAXALL 770

Літаратура

1. Тэхнічная дакументацыя на сістэму TDW. – Рэжым доступу: <http://www.ppsa-online.com>. – SMARTTRACK. – Дата доступу: 04.04.2013.
2. Тэхнічная дакументацыя на сістэму ClampOn DSP. – Рэжым доступу: <http://www.clampon.com/>. – Дата доступу: 04.04.2013.
3. Тэхнічная дакументацыя на сістэму L22M. – Рэжым доступу: <http://www.abovegroundmarker.com/>. – Дата доступу: 04.04.2013.
4. TRAXALL 770. – Рэжым доступу: <http://www.pigging.com>. – Дата доступу: 04.04.2013.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

А. В. Благочинный, М. В. Гачев

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

Научные руководители: В. Н. Гарбуз, В. О. Старостенко

Психологическое воздействие – социально-психологическая активность одних людей, направленная на других людей или их группы с целью изменения психологических характеристик личности, групповых норм, общественного мнения, настроений и переживаний. Психологическое воздействие подразделяется на следующие виды: информационно-психологическое, психогенное, психоаналитическое, нейролингвистическое, психотронное, психотропное.

Психотроника ориентируется преимущественно на методы, связанные с применением технических средств воздействия на сознание.

Эти средства используют различные способы передачи информации: ультразвук, инфразвук, звук, свет, цвет и тактильные ощущения.

В настоящее время известны различные приборы по воздействию на психосоматическое состояние организма.

Наиболее эффективным воздействием на психологическое состояние обладает метод аудиовизуальной стимуляции (АВС). АВС – это метод воздействия на организм человека с помощью световых, звуковых, цветовых факторов, приводящее мозг человека в определенное состояние.

Мозг состоит из нервных клеток, специфической особенностью этих клеток является то, что они производят электрические импульсы. Частота этих импульсов и их сила различны и могут быть исследованы с помощью электроэнцефалографии. С помощью этого метода ученые обнаружили, что мозг имеет несколько характерных ритмов:

- γ (гамма) ритм – от 30 до 170 Гц;
- β (бета) ритм – от 14 до 30 Гц;
- α (альфа) ритм – от 8 до 13 Гц;
- θ (тета) ритм – от 4 до 8 Гц;
- δ (дельта) ритм – от 1 до 4 Гц.

Гамма-мозговые волны отражают электрическую активность мозга в диапазоне от 30 до 170 Гц. Эти мозговые волны обычно возникают при максимальной концентрации внимания, некоторые ученые считают, что это и есть ритмы нашего сознания.

Бета-мозговые волны отражают электрическую активность мозга в диапазоне от 14 до 30 Гц. Эти мозговые волны обычно возникают в состоянии бодрствования и считаются доминантным ритмом мозговых волн у здорового взрослого человека. Однако бета-волны также определяют активное, загруженное, встревоженное мышление или активную концентрацию внимания.

Альфа-волны описывают электрическую активность мозга на частоте от 8 до 13 Гц. Такая активность появляется естественным образом в период легкой релаксации или когда глаза закрыты, но человек не спит.

Считается, что альфа-волны – доминантный тип мозговых волн у людей, пребывающих в расслабленном или медитативном состоянии. Также очевидно, что дети пребывают в состоянии активности альфа-волн большую часть времени, нежели взрослые.

Тета-мозговые волны – это то, что мы испытываем, когда почти уже заснули или когда только что проснулись. Технически тета-мозговые волны – это состояние

электрической активности мозга в диапазоне от 4 до 8 Гц. В таком ментальном ритме люди испытывают состояние глубокой релаксации, обычно приводящее ко сну со сновидениями. Тета – важные волны, так как они являются границей между сознанием и подсознанием, и, научившись контролировать состояние тета, мы получаем доступ и возможность влияния на ту мощную часть подсознания, которая недоступна нам в обычном, бодрствующем состоянии.

Дельта-волны описывают электрическую активность мозга на частоте от 1 до 4 Гц. Такая активность появляется естественным образом в период очень глубокого сна без сновидений.

Аппараты для АВС способны навязать человеку любой из рассмотренных ритмов с помощью световой стимуляции (ритмических вспышек) и бинауральных ритмов.

Бинауральные ритмы – это ритмы, которые создает наш мозг в том случае, если частота звука, которая поступает в одно ухо, и частота звука, которая поступает в другое ухо, отличаются не более чем на 25–30 Гц. Например: в левое ухо поступает звук с частотой 500 Гц, а в правое ухо с частотой 510 Гц, то мозг создаст виртуальный звук с частотой в 10 Гц и именно эта частота будет навязана головному мозгу с помощью бинауральных ритмов. Основные эффекты от возбуждения бинауральных ритмов, в зависимости от их частоты, следующие:

– 10 Гц – повышение уровня серотонина (релаксация и уменьшение боли). Центрирующая (лечебная) частота, позволяет нейтрализовать действие других частот. В сочетании с несущей частотой 330 Гц стимулирует аппетит;

– 4 Гц – повышение уровня катехоламинов (стимуляция памяти);

– 1,05 Гц – стимулирует рост волос, быстрое заживление ран, иммунитет;

– 15–20 Гц – против депрессии;

– 10-18, 15 Гц – преодоление синдрома пониженного внимания у детей (стимуляция памяти и внимания);

– 5-10 Гц – глубокая релаксация и избавление от стресса;

– 4–7 Гц – медитация (улучшение самочувствия и интуиции);

– 5 Гц – позволяет улучшать качество сна (либо 30 мин перед сном, либо 30 мин перед пробуждением);

– 4–6 Гц – запоминание информации (словарный запас), сопровождение внушений, направленных на модификацию поведения;

– 6–10 Гц – для занятий самогипнозом и творческой визуализацией;

– 7–9 Гц – улучшает понимание при активном слушании;

– 5–7 Гц – для подпорогового программирования;

– альфа плюс тета (в различных комбинациях) – избавление от мигрени и ПТСР;

– 8–12 Гц (15 мин) – быстрый глубокий отдых во время рабочего дня.

Несущие частоты, на которых формируются бинауральные биения, также вносят определенный вклад в формирование состояний организма. Например, диапазон частот до 150 Гц включает в себя резонансные частоты внутренних органов, – поэтому бинауральные биения в дельта-диапазоне, организованные на несущих до 150 Гц, могут подавлять метаболические процессы. Бинауральные биения в дельта-диапазоне, организованные на несущих от 150 до 500 Гц могут подавлять ментальные функции. Соответственно, бинауральные биения в бета-диапазоне на тех же несущих будут ускорять метаболические процессы и активировать сознательную активность.

Опытным путем установлено, что несущие частоты: 131 Гц, 147 Гц, 165–169 Гц могут вызывать сильную депрессию (при любых частотах бинауральных биений). «Розовый» шум и несущие частоты выше 330 Гц помогают преодолеть этот эффект (снять последствия).

Структурная схема устройства для наведения бинауральных ритмов представлена на рис. 1. Разработанное устройство управляется микроконтроллером и позволяет формировать сигналы для воздействия на испытуемого по визуальному и звуковому каналам. Программы стимуляции записаны на флеш-память, выбираются при помощи клавиатуры и дисплея. Пациент в любое время может прекратить воздействие при помощи специальной кнопки. В устройстве обеспечена гальваническая развязка с сетевым питающим напряжением и приняты меры для предотвращения поражения пациента электрическим током.

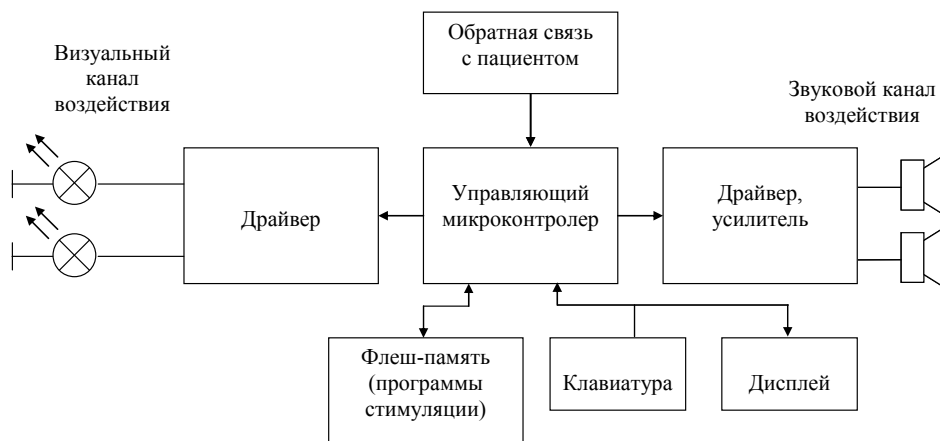


Рис. 1. Структурная схема разработанного устройства изучения психосоматического состояния

Многочисленные исследования показали, что АВС благотворно влияет на организм человека. В частности было доказано, что уменьшается тревожность и депрессивность у тех людей, которые использовали такую процедуру в течение 2-х месяцев. У людей, страдающих аритмией, была замечена стабилизация ритма, т. е. явления аритмии стали менее выраженными. АВС также применяется для коррекции интеллектуального развития у детей. Также установлено, что всего 40 подобных процедур увеличивает коэффициент интеллекта у подростков на 8 пунктов. Помимо этого у них значительно улучшаются показатели успеваемости. Известно, что под влиянием АВС существенно улучшается внимательность человека, также уменьшается гиперактивность, человек становится более усидчивым и его интеллектуальный труд становится более эффективным.

Заключение

В странах СНГ наблюдается серьезное отставание в разработках по рассмотренному направлению. Предлагаемое устройство может применяться и для исследования психосоматических воздействий, и для целенаправленного воздействия с достижением определенных результатов. Предлагаемая схема может быть модернизирована и встроена в комплекс с более глубоким и более обширным уровнем воздействия на пациента.

Литература

1. «How to build a lie detector, brain wave monitor and other secret parapsychological electronics projects» by Mike and Ruth Wolverton, TAB books, 1981.
2. The Clinical Research Behind Sound Healing and Brainwave Entrainment, url: <http://www.neuroacoustic.com/>.

БЫТОВОЙ ИНКУБАТОР**В. Н. Попов***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель А. В. Сахарук

Объектом разработки являлся бытовой инкубатор – прибор, с помощью которого имеется возможность поддерживать необходимые климатические условия: определенную влажность и температуру.

Для решения данной задачи была разработана система, которая не уступает в функциональных возможностях промышленным образцам и более выгодна в финансовом плане.

Существующие специальные датчики измерения влажности, применяемые в промышленных образцах измерителей, очень дорогие. Поэтому в данной разработке используется другой способ измерения влажности, так называемый психометрический метод измерения влажности.

Скорость испарения влаги увеличивается по мере уменьшения относительной влажности воздуха. Испарение влаги, в свою очередь, вызывает охлаждение объекта, с которого влага испаряется. Таким образом температура влажного объекта дает информацию об относительной влажности воздуха.

Простейший психрометр состоит из двух термометров: один – обычный сухой термометр, а второй имеет устройство увлажнения. Термодатчик влажного термометра обернут хлопчатобумажной тканью, которая находится в сосуде с водой. Вследствие испарения влаги увлажненный термометр охлаждается. Для определения относительной влажности снимают показания с сухого и влажного термометров, а далее используют Психрометрическую таблицу. Входными величинами в Психрометрической таблице являются показания сухого термометра и разница температур сухого и влажного термометров.

Так же может включаться вентилятор для создания определенного воздушного потока, обычно 0,5–1 м/с.

В психрометрическом методе используется зависимость между парциальным давлением пара в парогазовой смеси и показаниями сухого и мокрого термометров:

$$p_{н.м} - p = A_{p_6} (t_c - t_m), \quad (1)$$

где p – парциальное давление пара в парогазовой смеси; $p_{н.м}$ – парциальное давление насыщенного пара при температуре мокрого термометра t_m ; p_6 – барометрическое давление; A – психрометрическая постоянная, равная 0,00077974; t_c – температура сухого термометра.

Относительная влажность φ может быть определена из (1) следующим образом:

$$\varphi = p / p_{н.с} 100 = 100 [p_{н.м} - A_{p_6} (t_c - t_m)] / p_{н.с}, \quad (2)$$

где $p_{н.с}$, $p_{н.м}$ – парциальное давление насыщенного пара при температурах t_c и t_m .

В таблице приведены значения влажности, рассчитанные по данным формулам в среде Mathcad.

| t_c / t_m | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 35 | 47,05 | 52,09 | 57,34 | 62,76 | 68,39 | 74,26 | 80,34 | 86,63 |
| 36 | 43,19 | 47,96 | 52,93 | 58,06 | 63,39 | 68,94 | 74,69 | 80,65 |
| 37 | 39,63 | 44,14 | 48,84 | 53,7 | 58,74 | 64 | 69,45 | 75,09 |
| 38 | 36,33 | 40,61 | 45,06 | 49,66 | 54,44 | 59,42 | 64,58 | 69,92 |
| 39 | 33,29 | 37,34 | 41,57 | 45,92 | 50,45 | 55,17 | 60,06 | 65,12 |

Система выполняет две функции:

- 1) измерение температуры;
- 2) определение влажности воздуха.

В конструкции использована схема термометра с интегральным датчиком температуры DS18B20, калиброванным на заводе и выдающим результаты измерения в цифровой форме. Сердцем устройства является микроконтроллер Atmega8, осуществляющий все необходимые операции сравнения температуры и отсчета временных интервалов, значения температура выводятся на LCD-индикатор. Устройство не только показывает текущее значение температуры и влажности в инкубаторе, но и управляет нагревателем, поддерживая заданную температуру.

Если текущее значение температуры ниже заданного, на выходе RA1 МК установлен высокий логический уровень, что открывает транзистор VT1. Через излучающий диод оптосимистора UI течет ток. В итоге цепь питания нагревателя замкнута открывшимся симистором VS1. О том, что нагреватель работает, сигнализирует светодиод HL2. По мере прогрева инкубатора температура, измеренная датчиком, растет. Как только она сравняется с заданной, нагреватель будет обесточен. Его следующее включение произойдет при температуре, на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ меньше заданной.

По умолчанию в инкубаторе поддерживается температура $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также существует возможность регулировки поддерживаемой температуры с шагом интервала $35\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$ с шагом $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1.

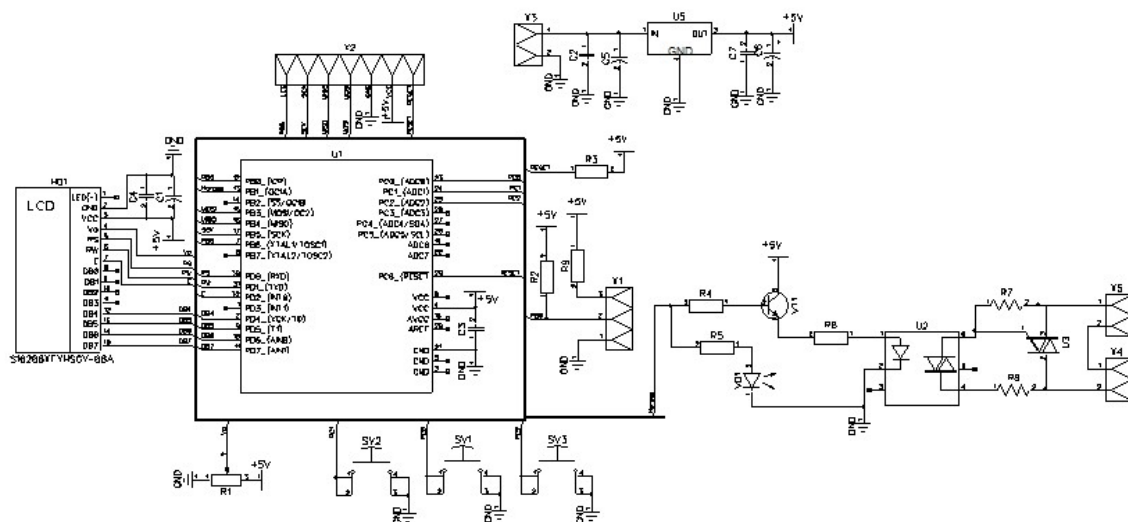


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Рассмотренное устройство было изготовлено, и в настоящий момент успешно эксплуатируется (рис. 2).

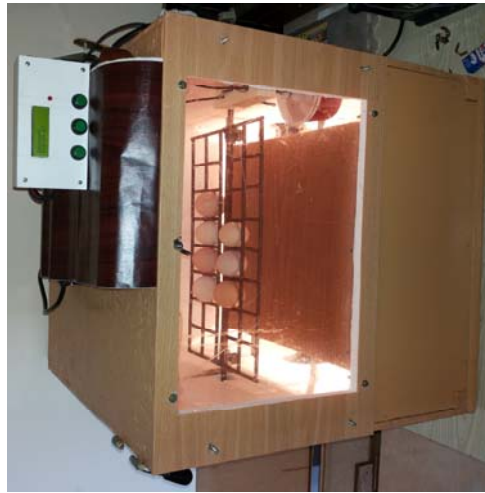


Рис. 2. Внешний вид устройства в рабочем состоянии

Литература

1. Atmel. 8-bit Atmel with 8 KBytes In-System Programmable Flash / Atmel // Официальный сайт производителя [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf. – Дата доступа: 17.10.2012.
2. Maxim Integrated DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer / Maxim Integrated // Официальный сайт производителя [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>. – Дата доступа: 16.10.2012.
3. Расщепкин, А. Н. Основы теории кондиционирования воздуха : учеб. пособие для студентов вузов / А. Н. Расщепкин, Л. М. Архипова. – Кемерово : КемТИПП, 2006. – С. 10–11.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

Е. В. Кочешов

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

Научный руководитель Ю. А. Козусев

Цифровые измерители R , L , C -параметров используют аperiodические переходные процессы в RC или RL – цепях с начальным уровнем U_0 и асимптотическим нулевым уровнем. Интервал времени между началом переходного процесса и моментом, когда напряжение уменьшается до уровня U_0 / e , равен постоянной времени цепи τ . Постоянная времени активно-емкостной цепи равна RC , а активно-индуктивной L / R . При известном постоянном значении образцового сопротивления R постоянная времени τ прямо пропорциональна измеряемым величинам C или L .

Такой метод применяют также для измерения различных физических величин с помощью емкостных или индуктивных датчиков.

В случае использования образцового конденсатора C постоянная времени τ прямо пропорциональна сопротивлению R . Такой метод используется например для измерения сопротивления изоляции в электроустановках.

Структурная схема на рис. 1 обобщает схемы измерителей R , L , C -параметров [1]–[3].

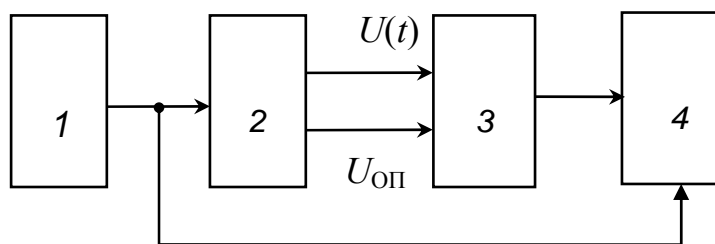


Рис. 1

Блок управления 1 формирует сигнал начала переходного процесса, поступающий на входы источника сигнала переходного процесса 2 и цифрового измерителя временных интервалов 4.

Источник сигнала переходного процесса 2 содержит контролируемые RC или RL -цепи, формователи напряжений начального уровня U_0 и опорного уровня $U_{оп} = U_0 / e$, электронные ключи. Напряжение переходного процесса $U(t)$ и опорный уровень $U_{оп}$ сравниваются компаратором 3. В момент их равенства компаратор вырабатывает сигнал окончания процесса измерения, а измеритель 4 формирует код, пропорциональный постоянной времени τ и, следовательно, измеряемому параметру.

Погрешности измерения, свойственные методу измерения постоянной времени путем сравнения напряжения переходного процесса с опорным напряжением, проанализированы в работе [4].

Погрешность измерения содержит две основные составляющие. Аналоговая составляющая обусловлена погрешностью компаратора и зависит от положения уровня $U_{оп}$. Дискретная составляющая определяется периодом частоты квантования, для ее уменьшения необходимо увеличивать частоту тактовых импульсов или увеличивать время измерения путем изменения $U_{оп}$. При измерениях в микросекундном диапазоне преобладает дискретная составляющая.

Следовательно, недостатком измерителей постоянной времени является низкая точность, обусловленная погрешностью сравнения сигнала с опорным уровнем и погрешностью квантования интервала времени, особенно для быстропротекающих переходных процессов.

Цель исследования – повышение точности измерения постоянной времени быстропротекающих переходных процессов при измерении конденсаторов малой емкости и измерении сигналов емкостных датчиков с малыми вариациями емкости.

Для решения поставленной задачи разработано устройство для измерения постоянной времени переходного процесса с промежуточным преобразованием интервала – рис. 2.

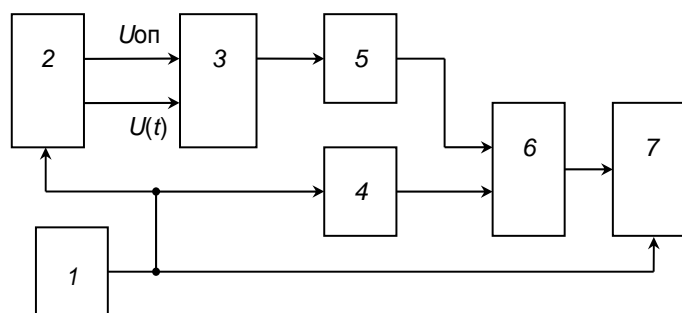


Рис. 2

Измеритель параметров переходного процесса содержит блок управления 1, источник сигнала переходного процесса 2, первый компаратор 3, генераторы линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН) 4 и 5, второй компаратор 6, цифровой измеритель временных интервалов 7.

На рис. 3 приведены временные диаграммы сигналов, поясняющие работу устройства.

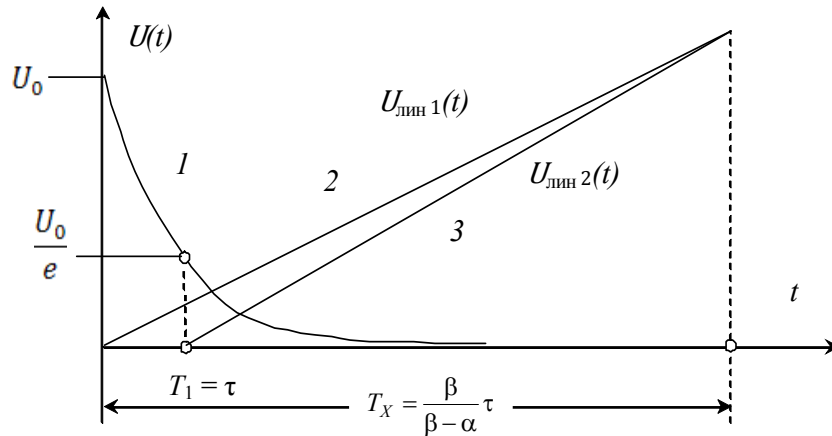


Рис. 3

По сигналу с выхода блока управления 1 на первом выходе источника 2 формируется напряжение переходного $U(t)$ процесса с начальным уровнем U_0 и нулевым асимптотическим уровнем (график 1 на рис. 3).

$$U(t) = U_0 e^{-t/\tau}. \quad (1)$$

Одновременно с началом переходного процесса начинается формирование первого линейно-изменяющегося напряжения $U(t)_{\text{лин1}}(t)$ на выходе ГЛИН 4 (график 2) и включается цифровой измеритель временных интервалов 7.

Компаратор 3 срабатывает в момент времени $T_1 = \tau$, когда напряжения переходного процесса $U(t)$ равно опорному напряжению $U_{\text{оп}} = U_0 / e$. Сигнал компаратора 3 включает второй ГЛИН 5, который начинает формировать напряжение $U(t)_{\text{лин2}}(t)$ (график 3 на рис. 3).

Второй компаратор 6 сравнивает напряжения $U(t)_{\text{лин1}}(t)$ и $U(t)_{\text{лин2}}(t)$ и срабатывает в момент их равенства T_x .

Напряжение ГЛИН 4:

$$U(t)_{\text{лин1}}(t) = \alpha t, \quad (2)$$

напряжение ГЛИН 5 с учетом задержки включения:

$$U(t)_{\text{лин2}}(t) = \beta(t - \tau), \quad (3)$$

где α и β – коэффициенты, характеризующие скорость нарастания линейно-изменяющихся напряжений.

Длительность измеряемого интервала определим из уравнения

$$U_{\text{лин1}}(T_x) = U_{\text{лин2}}(T_x) \Rightarrow \alpha T_x = \beta(T_x - \tau). \quad (4)$$

Цифровой измеритель временных интервалов формирует код, пропорциональный времени:

$$T_x = \frac{\beta}{\beta - \alpha} \tau = \frac{1}{1 - \gamma} \tau = K\tau, \quad (5)$$

где $\gamma = \alpha / \beta$ – отношение коэффициентов ГЛИН; K – коэффициент преобразования.

Например, если $\alpha = 0,9\beta$, то $T_x = 10\tau$.

Следовательно, измеритель обладает на порядок меньшей погрешностью дискретности, и следовательно, большей точностью при контроле быстропротекающих переходных процессов.

В результате анализа влияния погрешности, вызванной неидеальностью ГЛИН на коэффициент преобразования, получены следующие результаты.

Абсолютные погрешности $\Delta\alpha$ и $\Delta\beta$ первого и второго ГЛИН приводят к появлению абсолютной $\Delta\gamma$ и относительной $\delta\gamma$ погрешностей:

$$\gamma(1 + \frac{\Delta\gamma}{\gamma}) = \gamma(1 + \delta\gamma) \approx \frac{\alpha}{\beta} (1 + \frac{\delta\alpha - \delta\beta}{1 + \delta\beta}) = \gamma(1 + \frac{\delta\alpha - \delta\beta}{1 + \delta\beta}). \quad (6)$$

Абсолютная погрешность коэффициента K , обусловленная $\Delta\gamma$:

$$\Delta K = \frac{\delta K}{\delta\gamma} \Delta\gamma = K(1 - \gamma)^{-1} \Delta\gamma. \quad (7)$$

Относительная погрешность:

$$\delta K = \frac{\Delta K}{K} = \frac{\gamma}{1 - \gamma} \cdot \frac{\Delta\gamma}{\gamma} = (K - 1)\delta\gamma. \quad (8)$$

Например, при $\delta\gamma = 10^{-3}$, $K = 10$, $\delta K = 1\%$.

Литература

1. Измерения в электронике : справочник / В. А. Кузнецов [и др.] ; под ред. В. А. Кузнецова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – С. 205–207.
2. Кукуш, В. Д. Электрорадиоизмерения / В. Д. Кукуш. – М. : Радио и связь, 1985. – С. 315–317.
3. Орнатский, П. П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) / П. П. Орнатский. – 5-е изд. – Киев : Вища шк., 1986. – С. 377–378.
4. Error minimization in time-constant measurements. Rusek A. «IEEE Trans. Instrum. and Meas.», 1987, 36, N1, 29–31.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ СО ВСТРАИВАЕМЫМИ ОПЕРАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Е. А. Ильющиц

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

Научный руководитель А. В. Сахарук

Устройства со встроенной операционной системой все шире используются как в нашей повседневной жизни, так и в военной технике, космических разработках и т. д. Главным преимуществом таких устройств является то, что разработчику требуется гораздо меньше времени для разработки того или иного устройства. Во встраиваемых операционных системах ключевой особенностью являются коды, по которым описывается взаимодействие между встроенными и внешними подключаемыми устройствами, протоколы обмена данными и т. д. Разработчик тратит время исключительно на решение основной задачи.

При разработке программного обеспечения для устройств ключевую роль играет выбор операционной системы. Именно от него зависит все дальнейшее развитие проекта и его стоимость в целом.

Таблица 1

Сравнение параметров операционных систем

| ОС | Открытость | Необходимая квалификация программистов | Поддерживаемые архитектуры | Примерная стоимость | Цена средств разработки |
|----------------|---|--|---|--|-------------------------|
| Vx Works | Открытая. Доступны исходные тексты самой ОС и модулей | Высокая | x86/Pentium, PowerPC/Power, ColdFire, ARM, XScale, MIPS и SuperH | \$7500 за одно рабочее место в год или \$375 для единичных количеств | Входит в стоимость |
| Linux | Открытая. Доступны исходные тексты самой ОС и модулей | Средняя | IA-32, MIPS, x86-64, SPARC, DEC Alpha, Itanium, PowerPC, ARM, m68k, PA-RISC, s390, SuperH, M32R | Бесплатно | Бесплатно |
| Windows CE 6.0 | Полуоткрытая. Доступен код ядра | Низкая | ARM, MIPS, x86, SH4 | от \$100 для единичных количеств | \$1000 |
| QNX | Полуоткрытая. Доступен код ядра | Высокая | Intel 80x86 | \$0–\$6 000 | Бесплатно |
| LynxOS | Закрытая | Высокая | Intel 80x86, Motorola 68xxx, SPARC, PowerPC, MIPS, ARM, xScale | \$10 000 | Есть бесплатные |
| Threadx | Полуоткрытая. Доступен код ядра | Средняя | ARM, xScale | от \$12,500 | Бесплатно |

Исходя из табл. 1, можно сделать вывод, что наиболее оптимально использовать операционную систему Linux. К основным особенностям и достоинствам этой операционной системы относятся:

- бесплатность
- надежность
- безопасность. В Linux практически нет вирусов. Само построение операционной системы исключает работу вредоносных программ;
- открытый код и свободное распространение программного обеспечения. Открытый код означает, что перед установкой на свой компьютер пользователь (программист) может посмотреть «что внутри» данной программы, при необходимости переделать/доделать программный код.

Техника устаревает все быстрее, и производителям постоянно приходится либо выпускать новые устройства, либо модернизировать старые. И чем чаще это приходится делать, тем острее встает проблема эффективности разработки.

Чтобы выиграть в жесткой конкурентной борьбе, мало обеспечить оптимальное соотношение «цена–качество»; важно, чтобы продукция появилась на рынке вовремя. Между возникновением у клиента новой проблемы и появлением продукции, способной эту проблему решить, всегда существует задержка, вызванная тем, что на разработку продукта требуется время. В частности, чтобы свести время разработки проекта (включая этап обучения, если это необходимо) к минимуму, используемая ОС должна обладать мощным и эффективным инструментарием и предоставлять простую и изящную методологию разработки. Она также должна предоставить разработчику возможность использовать уже готовый код, в том числе созданный для других ОС. Linux в полной мере удовлетворяет всем этим критериям, кроме того, существует огромное количество дистрибутивов Linux, адаптированных под свои конкретные задачи и находящиеся в свободном пользовании. В настоящее время системы Linux лидируют на рынках смартфонов (Android занимает 64,1 % рынка), интернет-серверов (60 %), самых мощных суперкомпьютеров (93,8 %), а также, согласно Linux Foundation, в дата-центрах и на предприятиях занимают половину рынка встраиваемых систем, имеют значительную долю рынка нетбуков.

На сегодняшний день большой популярностью пользуются ARM-микроконтроллеры. Они широко используются в потребительской электронике: мобильных телефонах, цифровых носителях и плеерах, портативных игровых консолях, калькуляторах и компьютерных периферийных устройствах, таких как жесткие диски или маршрутизаторы.

Для сравнения возьмем несколько популярных контроллеров, находящихся примерно в одной ценовой категории и сравним их с ARM контроллером STM32F100C4T6B, продающимся по цене менее 1 дол.

Таблица 2

Сравнение контроллеров

| Параметр | STM32F100C4T6B | ATmega48PA-PU | ATtiny13A-SSU | PIC16F505-I/SL |
|--|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Средняя цена | 30 р. | 55 р. | 30 р. | 35 р. |
| Объем флэш памяти (ROM, памяти программ) | 16 КБайт | 4 КБайта | 1 КБайт | 1 КБайт |

Окончание табл. 2

| Параметр | STM32F100C4T6B | ATmega48PA-PU | ATtiny13A-SSU | PIC16F505-I/SL |
|---|----------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| Объем оперативной памяти (RAM, памяти данных) | 4096 Байт | 512 Байт | 64 Байта | 72 Байта |
| Тактовая частота | 24 МГц, 30 DMIPS | 20 МГц | 20 МГц | 20МГц |
| Линий ввода/вывода | 37 | 23 | 6 | 12 |
| АЦП | 16-каналов 12-бит | 8-каналов 10-бит | 4-канала 10-бит | 0 |
| ЦАП | 12-битный | 0 | 0 | 0 |
| USART | 2 | 1 | 0 | 0 |
| SPI | 1 | 1 | 1 | 0 |
| I2C | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Количество таймеров | 5 | 3 | 1 | 1 |



Рис. 1. Внешний вид одноплатного компьютера Raspberry Pi

Raspberry Pi (рис. 1) выпускается в двух комплектациях: модель «А» и модель «В». Обе версии оснащены ARM11 процессором Broadcom BCM2835 с тактовой частотой 700 МГц и модулем оперативной памяти на 256 МБ/512 МБ.

Таким образом, использование встраиваемой операционной системы позволяет в значительной мере сократить сроки разработки проекта, обеспечить надежность, качество создаваемого продукта. Немаловажно отметить, что использование операционной системы Linux на ARM-микроконтроллерах также позволяет сократить затраты материальных средств, имея гораздо более высокие технические характеристики и возможности.

Литература

1. Официальный сайт производителей ARM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arm.com>. – Дата доступа: 13.04.2013.
2. Официальный сайт производителей raspberrypi [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя одноплатного компьютера raspberrypi. – Великобритания, 2012. – Режим доступа: <http://www.raspberrypi.org>. – Дата доступа: 14.04.2013.

СЕКЦИЯ V ЭКОНОМИКА

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОВНЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. Рачкова

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Проведенный нами анализ состояния и тенденций развития сельскохозяйственных организаций Гомельской области позволил установить, что в условиях резких и часто неблагоприятных изменений конъюнктуры спроса на производимую продукцию, обострения ценовой и усиления неценовой конкуренции на внутреннем рынке ее сбыта, оптимизация уровня интеграции деятельности является одним из важнейших условий достижения исследуемыми организациями целей функционирования и выполнения поставленных перед ними собственниками имущества и органами государственного управления производственных задач и социальных обязательств. В этой связи актуальность приобретает оценка уровня интеграции деятельности сельскохозяйственных организаций Гомельской области, которая необходима, во-первых, для определения уровня разнообразия и степени родственности осуществляемых ими видов экономической деятельности, процессов создания в их рамках добавленной стоимости, во-вторых, определения содержания и эффективности реализуемой названными организациями стратегии интеграции, в-третьих, постановки задач управления ею [1]–[3].

В качестве исходных данных для анализа динамики величины, степени родственности и стратегий интеграции деятельности сельскохозяйственных организаций Гомельской области применена сбалансированная панель, объектами которой являются три горизонтально и вертикально интегрированные сельскохозяйственные организации: РУП «Совхоз-комбинат «Заря» (далее – РУП «СК «Заря»), ОАО «Совхоз-комбинат «Сож» (далее – ОАО «СК «Сож»), РСУП «Агрокомбинат «Южный» (далее – РСУП «Южный»). Период наблюдений для каждого объекта панели – 2004–2010 гг.

Анализ динамики абсолютных I_a^{hor} и нормированных I_n^{hor} показателей уровня горизонтальной интеграции исследуемых организаций в период 2005–2010 гг. позволил установить:

– в организациях наблюдался рост на 18,1 % абсолютного уровня горизонтальной интеграции при одновременном снижении коэффициента вариации этого показателя по выборке на 23,9 п. п., что говорит об общности указанной тенденции роста I_a^{hor} . Так, в 2005 г. и 2010 г. можно выделить 2 группы организаций по значению I_a^{hor} (с высоким уровнем горизонтальной интеграции – РУП «СК «Заря», с низким уровнем – ОАО «СК «Сож» и РСУП «Южный», но общая тенденция роста горизонтальной интеграции для обеих групп одинакова);

– превышение темпов роста нормированного уровня горизонтальной интеграции I_a^{hor} над абсолютным I_n^{hor} (34,4 и 18,1 % соответственно), а также снижение на 11,9 п. п. коэффициента вариации I_n^{hor} позволяет утверждать, что в анализируемом периоде горизонтальная интеграция деятельности сельскохозяйственных организаций носила общий интенсивный характер, т. е. осуществлялась в большей степени путем выравнивания долей видов деятельности, а не увеличения их числа.

Таким образом, нами установлено, что для исследуемых организаций характерна реализация стратегии ускоренной горизонтальной интеграции преимущественно интенсивного характера с тенденцией выравнивания ее уровня у одноотраслевых конкурентов. Это обусловлено развитием комплексной переработки сырья сельскохозяйственными организациями в результате происшедшего в анализируемом периоде их технического перевооружения на основе реализации Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 гг., а также наличием свободных перерабатывающих производственных мощностей (в том числе вследствие ввода новых в результате технического перевооружения и модернизации).

Анализ динамики уровня вертикальной интеграции I^{ver} деятельности исследуемых сельскохозяйственных организаций в период 2005–2010 гг. позволил установить:

– в исследуемых сельскохозяйственных организациях наблюдалось существенное снижение на 38,5 % уровня вертикальной интеграции при одновременном снижении коэффициента вариации данного показателя по выборке на 25,9 п. п. Если в 2005 г. по уровню I^{ver} организации являются относительно разнородными, то в 2010 г. уровни их вертикальной интеграции существенно сближаются;

– определено, что в анализируемом периоде происходили два разнородных процесса:

а) снижение числа осуществляемых организациями стадий процесса создания добавленной стоимости в области сбыта готовой продукции (реализация через собственную сбытовую сеть). Это объясняется тем, что торговыми посредниками добавленная стоимость создается более эффективно, чем сами исследуемыми организациями;

б) увеличение числа осуществляемых организациями стадий процесса создания добавленной стоимости в области переработки сырья (вертикальная интеграция вперед).

Однако этот процесс не сопровождался существенным увеличением добавленной стоимости, созданной на исследуемых организациях. Это указывает на то, что на стадии переработки сырья сельскохозяйственные организации пока функционируют недостаточно неэффективно, а добавленная стоимость на ней в ряде случаев невелика.

Нами установлено, что реализация исследуемыми организациями стратегии прямой вертикальной интеграции в анализируемом периоде не позволила им повысить величину создаваемой добавленной стоимости (следовательно, и значения показателя I^{ver}), т. е. имеет место преимущественно экстенсивный рост вертикальной интеграции. Указанная ситуация является следствием недостаточно эффективной для сельскохозяйственных организаций организации процессов переработки сырья по сравнению с перерабатывающими предприятиями по причине недостатка капитала для технического перевооружения перерабатывающих производств и незавершенности этого процесса.

Анализ динамики степени родственности осуществляемых видов экономической деятельности I^{rel} исследуемых сельскохозяйственных организаций в период 2005–2010 гг. позволил установить:

– в организациях наблюдалось медленное (на 13,6 %) снижение степени родственности осуществляемых видов экономической деятельности при одновременном существенном увеличении коэффициента вариации этого показателя по выборке на 200 п. п. В 2005 г. все исследуемые организации по величине I^{rel} входят в одну группу, а в 2010 г. таких групп 2: с высокой степенью родственности видов деятельности – РУП «СК «Заря» и ОАО «СК «Сож», с низкой степенью родственности – РСУП «Южный»;

– определено, что исследуемые организации в анализируемом периоде преследовали стратегию медленного снижения степени родственности осуществляемых видов деятельности, т. е. интегрировались в неродственные ее виды (рост объема переработки сырья). Установлено, что данная ситуация обусловлена, во-первых, наличием у сельскохозяйственных организаций достаточного капитала для интеграции в неродственные виды деятельности переработки, характеризующиеся невысокой капиталоемкостью и эффектом масштаба; во-вторых, высоким уровнем государственной поддержки процессов технического перевооружения и прямой вертикальной интеграции, так как для исследуемых организаций данные процессы протекали в рамках Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 гг.; в-третьих, созданием свободных производственных мощностей для осуществления неродственных видов деятельности по переработке сырья.

Анализ динамики абсолютных I_a и нормированных I_n значений интегрального показателя уровня интеграции деятельности исследуемых сельскохозяйственных организаций в период 2005–2010 гг. позволил установить:

– в исследуемых организациях наблюдалось снижение на 10,1 % абсолютных значений интегрального уровня интеграции I_a при одновременном росте коэффициента вариации этого показателя по выборке на 227,0 п. п., т. е. тенденция снижения не носит общего характера. В 2005 г. разница между значениями I_a для исследуемых организаций была гораздо ниже, чем в 2010 г., когда все исследуемые организации имеют различный уровень I_a ;

– превышение темпов снижения абсолютных значений I_a над нормированными I_n (10,1 и 6,3 % соответственно), а также существенный рост значения коэффициента вариации I_n (рост только в 7,6 раза) позволяют утверждать, что в анализируемом периоде снижение уровня интеграции исследуемых сельскохозяйственных организаций имело, в целом, экстенсивный характер, т. е. осуществлялась путем снижения количества стадий создания добавленной стоимости, а также числа осуществляемых видов экономической деятельности, а не выравнивания их долей.

Таким образом, нами установлено, что снижение интегрального уровня интеграции деятельности исследуемых сельскохозяйственных организаций объясняется, прежде всего, снижением уровня их вертикальной интеграции (–38,5 %), которое не компенсируется ростом горизонтальной интеграции (на 18,1 %).

В результате проведенной оценки уровня интеграции деятельности исследуемых сельскохозяйственных организаций и степени родственности осуществляемых ими видов экономической деятельности за период 2005–2010 гг. нами определены

основные параметры преследуемых указанными организациями стратегий интеграции. Установлено, что стратегии интеграции исследуемых сельскохозяйственных организаций в 2005–2010 гг. были направлены на ускоренный преимущественно интенсивный рост (за счет выравнивания долей видов деятельности) неродственной горизонтальной интеграции, а также ускоренное снижение прямой экстенсивной (путем увеличения числа стадий создания добавленной стоимости без существенного роста ее величины) вертикальной интеграции.

Литература

1. Болочук, Б. В. Влияние диверсификации на эффективность функционирования перерабатывающих предприятий АПК / Б. В. Болочук, Н. П. Драгун // Аграр. экономика. – 2011. – № 5. – С. 23–27.
2. Болочук, Б. В. Количественный анализ содержания и эффективности реализации стратегий диверсификации машиностроительных предприятий / Б. В. Болочук, Н. П. Драгун // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2010. – № 2. – С. 83–92.
3. Критерии и методики оценки эффективности диверсифицированных организаций АПК / А. А. Намчик [и др.] // Потребит. кооперация. – 2012. – № 1. – С. 23–31.

ПОТЕНЦИАЛ СОТРУДНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫМИ КОРПОРАЦИЯМИ

О. И. Полуян

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

Научный руководитель И. В. Бабына

В настоящее время Республика Беларусь поставила перед экономикой страны следующие задачи: определение направлений привлечения прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в экономику, ориентирование вложений зарубежных капиталов в создание наукоемких высокотехнологичных производств и другие поощряемые государством виды экономической деятельности; стимулирование притока капитала транснациональных корпораций (ТНК) в реализацию проектов, обеспечивающих ускоренное развитие экспорта в страны с высоким платежеспособным спросом и импортозамещение; содействие привлечению иностранных инвестиций в реализацию проектов с применением передовых зарубежных технологий и менеджмента; совершенствование структуры ПИИ, предусматривающее увеличение доли вложений в активную часть основных средств.

Выделенные приоритеты предопределяют необходимость изучать ситуацию на мировом рынке ПИИ и проводить адресную работу с потенциальными иностранными инвесторами. Данные табл. 1 свидетельствуют, что за 2011 г. прирост ПИИ в мире составил 17 % причем подавляющая часть прироста пришлось на сделки слияний и поглощений (СиП), объем которых увеличился за аналогичный период на 50 %. В результате доля сделок СиП в объемах ПИИ увеличилась с 26,3 % в 2010 г. до 33,6 % в 2011 г. Таким образом, правомерно сделать вывод, что одними из основных представителей мирового рынка ПИИ являются ТНК, участвующие в сделках СиП. Проследив тенденции мировых ПИИ и трансграничных сделок СиП, можно сделать вывод, что наибольший их рост наблюдается в странах Юго-Восточной Европы, СНГ, в том числе России и Казахстане.

Таблица 1

**Динамика и структура мировых ПИИ и трансграничных сделок СиП
в 2010–2011 гг.**

| Регион | Приток ПИИ, млрд дол. США | | | Трансграничные слияния и поглощения, млрд дол. США | | | Доля ПИИ в мире, % | | Доля СиП в мире, % | |
|---|------------------------------|---------|------------------------|--|---------|------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | Темп прироста, % | 2010 г. | 2011 г. | Темп прироста, % | 2010 г. | 2011 г. | 2010 г. | 2011 г. |
| Всего в мире | 1289,7 | 1508,6 | 17 | 338,8 | 507,3 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Развитые страны | 635,6 | 753,2 | 19 | 251,7 | 396,3 | 57 | 49,4 | 49,9 | 74,3 | 78,2 |
| Развивающиеся страны | 583,9 | 663,5 | 14 | 82,4 | 78,8 | -5 | 45,1 | 43,9 | 24,4 | 15,5 |
| Юго-Восто- чная Европа и страны СНГ | 70,2 | 91,5 | 31 | 4,3 | 32,2 | 649 | 5,5 | 6,2 | 1,3 | 6,3 |

Поскольку Республика Беларусь является страной-участницей Таможенного союза, то при создании соответствующих условий она могла бы выступать выгодным плацдармом для размещения зарубежных производств ТНК, которые были бы максимально приближены, как к странам происхождения капитала (Западная Европа, Америка), так и к рынкам сбыта (страны СНГ). Для реализации такой стратегии целесообразно изучать отраслевые приоритеты ТНК и сопоставлять их с возможностями и выгодами Республики Беларусь.

Отраслевая структура ТНК достаточно широка. В сфере производства заняты 60 % (электроника, автомобилестроение, химическая и фармацевтическая промышленность), 37 % – в сфере услуг и 3 % – в добывающей промышленности и сельском хозяйстве. К «наиболее транснациональным» отраслям относят СМИ, производство продовольствия и напитков, строительство, производство электроники и оборудования, химическую и фармацевтическую промышленность.

Чтобы оценить более подробно отраслевую структуру ТНК, обратимся к списку 100 крупнейших ТНК, приведенному в «Докладе об мировых инвестициях» ЮНКТАД. Структура ТНК по объемам продаж (табл. 2) показывает, что самую большую часть занимает нефтяная и газовая промышленности – 25 %, затем идет автомобилестроение – 18 %, электротехническая и электронная промышленность – 13,3 % и торговля – 9,6 %.

Таблица 2

**Отраслевая структура 100 крупнейших ТНК мира
по объему продаж в 2011 г.**

| № | Отрасль | Доля объемов продаж ТНК отрасли в общем объеме продаж 100 ТНК, % |
|---|--|--|
| 1 | Нефтяная и газовая промышленность | 24,9 |
| 2 | Автомобилестроение | 18,1 |
| 3 | Электротехническая и электронная промышленность | 13,3 |

Окончание табл. 2

| № | Отрасль | Доля объемов продаж ТНК отрасли в общем объеме продаж 100 ТНК, % |
|----|---|--|
| 4 | Торговля | 9,6 |
| 5 | Телекоммуникации | 5,8 |
| 6 | Пищевая, текстильная и целлюлозно-бумажная промышленность | 5,0 |
| 7 | Коммунальные услуги | 4,7 |
| 8 | Фармацевтическая промышленность | 4,4 |
| 9 | Металлургия и горная промышленность | 4,1 |
| 10 | Диверсифицированная деятельность | 3,5 |
| 11 | Прочее | 3,4 |
| 12 | Химическая промышленность | 1,9 |
| 13 | Средства массовой информации | 1,3 |

Анализируя отраслевую структуру крупнейших ТНК мира, наша страна должна «поставить ставку» на эти же отрасли. В основном, это традиционные виды экономической деятельности, которые имеют развитие и в Республике Беларусь, о чем свидетельствуют данные табл. 3.

Ведущая роль, как в мире, так и в экономике Беларуси, принадлежит нефтяной промышленности. В настоящее время в республике уже функционируют крупнейшие ТНК в нефтяной сфере – «Лукойл» (Россия), «ТНК-ВР Holding» (Россия), «Татнефть» (Россия) и др. Однако преимущественно это представители России, которые в технологическом плане не всегда обладают передовыми технологиями.

Таблица 3

Структура промышленного производства в Республике Беларусь в 2011 г.

| № | Отрасли | Доля объемов производства отрасли в общем объеме промышленного производства, % |
|---|---|--|
| 1 | Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов | 21,2 |
| 2 | Химическая промышленность, производство резиновых и пластмассовых изделий | 15,1 |
| 3 | Металлургия и горная промышленность | 24,4 |
| 4 | Автомобилестроение | 13,4 |
| 5 | Пищевая, текстильная и целлюлозно-бумажная промышленность | 8,4 |
| 6 | Коммунальные услуги | 7,6 |
| 7 | Производство прочих неметаллических минеральных продуктов | 4,2 |
| 8 | Электротехническая и электронная промышленность | 3,5 |
| 9 | Прочие | 2,3 |

Велик потенциал привлечения иностранных инвесторов и в автомобилестроение, доля которого в стране достаточно велика (13,4 %). Основной формой привлечения иностранных инвесторов в Республику Беларусь в отрасль автомобилестроения является создание совместных с ТНК предприятий в секторе производства автокомпонентов, сельскохозяйственного машиностроения, сборочных производств грузового автомобильного транспорта.

В производстве пищевых продуктов, включая напитки и табак, приоритетными проектами для привлечения прямых иностранных инвестиций будут являться увеличение мощностей по производству продукции с более длительными сроками годности; наращивание мощностей по переработке подсырной и молочной сыворотки с применением биотехнологических методов, что позволит повысить степень извлечения ценных компонентов и расширить ассортимент продукции; организация и увеличение производства импортозамещающей продукции масложировой, кондитерской, пивоваренной отраслей, что обеспечит рост доли отечественных продуктов на внутреннем рынке и будет способствовать сокращению отрицательного сальдо внешней торговли; внедрение в плодоовощных организациях современных комплексов «шоковой» заморозки ягод и грибов, импортных технологий квашения, соления, мочения овощей и фруктов, что позволит увеличить на 20–30 % производство продукции, а также более полно загрузить производственные мощности перерабатывающих организаций.

Таким образом, у Республики Беларусь имеются объективные предпосылки для активизации сотрудничества с мировыми ТНК. Для этого нашей стране следует стимулировать приток капитала ТНК в реализацию проектов, обеспечивающих ускоренное развитие экспорта в страны с высоким платежеспособным спросом. Сотрудничество с ТНК будет способствовать использованию новых прогрессивных технологий и техники в производстве, внедрению маркетинговых и управленческих «ноу-хау», выпуску товаров, отсутствующих на внутреннем рынке, более быстрому выходу на новые рынки с конкурентоспособной продукцией, сокращению нерационального импорта, что в конечном итоге приведет к повышению эффективности национальной экономики.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. Пятецкая

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

Научный руководитель И. В. Бабына

В настоящее время много внимания уделяется проблеме привлечения инвестиций в Беларусь. Именно от их объемов зависит дальнейшее развитие экономики, модернизация и переоснащение предприятий. Однако, прежде чем искать потенциального инвестора и предлагать ему вложить средства в ту или иную отрасль промышленности, необходимо произвести оценку инвестиционной привлекательности этой отрасли. Оценка является важным этапом инвестиционной деятельности, проанализировав и сопоставив потенциальные доходы и риски, инвестор принимает окончательное решение о направлении инвестиций, способе вложения капитала и размере желаемого вознаграждения. Вместе с тем единые методические принципы осуществления оценки инвестиционной привлекательности отраслей не разработаны, сами исследования подобного рода системно в стране не проводятся. Поэтому у

инвестора (особенно иностранного) возникает проблема информационного обеспечения при принятии управленческого решения.

С теоретической точки зрения можно выделить три основных подхода к оценке инвестиционной привлекательности отраслевых комплексов [1, с. 86]:

1. Формирование рейтингов инвестиционной привлекательности отраслевых комплексов в соответствии с периодом жизненного цикла, в котором отдельная отрасль находится в данный момент времени.

2. Формирование интегральных моделей оценки инвестиционной привлекательности отраслевых комплексов.

3. Формирование отраслевых индексов.

Для разработки методики оценки инвестиционной привлекательности отраслей нами за основу был принят второй подход. *На первом этапе* была разработана система частных показателей, объединенных в четыре группы, соответствующих имеющейся в Беларуси статистической базе. *Показатели производственного потенциала* (объем промышленного производства, степень износа основных фондов) отражают потенциальную востребованность в инвестиционных вложениях. *Показатели инвестиционного потенциала* (доля отрасли в инвестициях в основной капитал, темп роста инвестиций в основной капитал) определяют необходимость обновления производства, перевооружения. На основе *показателей трудового потенциала* (доля занятых в отрасли, среднемесячная начисленная заработная плата на одного работника) выявляется привлекательность производства для работающих и для инвестора. На основе *показателей финансового потенциала* (доля убыточных предприятий, коэффициенты текущей ликвидности, обеспеченности собственными средствами, рентабельность реализованной продукции, активов, рост цен) можно проследить финансовую устойчивость предприятий отрасли. *На втором этапе* рассчитывается ранговая значимость отраслей по каждому частному показателю их оценки. Данные анализируются в динамике за несколько лет. *На третьем этапе* рассчитывается средний ранговый показатель по каждой из четырех групп как среднеарифметическое рангов частных показателей, а после выводится итоговый ранговый показатель по всем четырем группам. *На заключительном этапе* на основе рассчитанных ранговых показателей оценки инвестиционной привлекательности отдельных отраслей проводится соответствующая их группировка. В процессе такой группировки устанавливаются отрасли с высоким уровнем инвестиционной привлекательности (ранг от 1 до 5), отрасли со средним уровнем инвестиционной привлекательности (ранг от 6 до 10) и отрасли с низким уровнем инвестиционной привлекательности (ранг от 11 до 15).

В результате расчетов в соответствии с приведенным методическим подходом нами определен ранжированный список отраслей промышленности (видов деятельности) Беларуси с точки зрения их инвестиционной привлекательности (таблица).

**Распределение видов экономической деятельности в промышленности
Беларуси по уровню инвестиционной привлекательности (ИП)
в 2010–2011 гг.**

| Уровень ИП | Повысившие рейтинг | Сохранившие рейтинг | Понизившие рейтинг |
|------------|--|--|--------------------|
| Высокий | Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (3). Производство транспортных средств (5) | Химическое производство (1). Производство пищевых продуктов (2). Производство прочих неметаллических минеральных продуктов (4) | |

Окончание

| Уровень ИП | Повысившие рейтинг | Сохранившие рейтинг | Понизившие рейтинг |
|------------|--|---------------------|--|
| Средний | Производство резиновых и пластмассовых изделий (9) | Горнодобывающая (8) | Производство машин и оборудования (7). Производство и распределение электроэнергии (6). Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов (10) |
| Низкий | Кожевенное производство (14). Производство электрооборудования (12) | | Текстильное и швейное производство (11). Обработка древесины (13). Целлюлозно-бумажное производство (15) |

Примечание. В скобках указан ранг отрасли в 2011 г.

Доля отраслей с высоким уровнем ИП в объеме промышленного производства достаточно большая – 45,8 и 45,7 % соответственно в 2010 и 2011 гг. Это говорит о том, что эти отрасли являются ведущими и на них базируется экономика Беларуси. Из таблицы видно, что химическое, пищевое производство и производство строительных материалов сохранили свои позиции. Стабильное положение этих отраслей делает их более выигрышными для инвестирования по сравнению с остальными отраслями. В *химическом производстве* наиболее актуальным является привлечение прямых иностранных инвестиций в проекты по производству минеральных удобрений, развитие полимерного, шинного производства, производства химических волокон и нитей, лакокрасочных материалов. Основные барьеры связаны с высоким контролем со стороны государства, о чем свидетельствует приостановленная приватизация отдельных предприятий отрасли (ОАО «Беларуськалий»). В *производстве строительных материалов* предполагается продажа долей в уставных фондах белорусских организаций (цементные заводы, производители стеновых строительных материалов, керамических строительных материалов, изделий из гипса и др.). Это позволит привлечь и внедрить в строительную отрасль новейшие мировые технологии, а также развивать экспорт и обеспечивать импортозамещение. По-прежнему интересны инвесторам мясомолочные предприятия из-за своего огромного экспортного потенциала. Можно говорить об определенной привлекательности для инвесторов ликероводочной отрасли. Однако предприятия будут акционированы лишь в этом году. Национализация крупнейших кондитерских предприятий скорее снизит привлекательность пищевой промышленности в целом. *Металлургическое производство и производство транспортных средств* по результатам оценки улучшили свои позиции. Уже началась подготовка к проведению IPO в 2014–2015 гг. таких промышленных предприятий, как РУП «МТЗ», РУП «Гомсельмаш», ОАО «БМЗ».

Доля отраслей со средним уровнем ИП также является существенной – 40,5 и 41,8 % соответственно в 2010 и 2011 гг. Это свидетельствует о том, что они наравне с пятеркой самых инвестиционно-привлекательных отраслей вносят существенный вклад в формирование объемов промышленного производства. Поэтому они имеют все шансы повысить свой уровень ИП. Ведущим предприятием *производства резиновых и пластмассовых изделий* является ОАО «Белшина», основными потребите-

лями продукции которой являются крупнейшие предприятия республики: ПО «БелАЗ», «МАЗ», «МТЗ», РУП «Гомсельмаш», ОАО «Амкодор». Наиболее актуальным является привлечение инвесторов в проекты, связанные с расширением ассортимента и увеличением объемов выпускаемой продукции.

Доля отраслей с низким уровнем ИП в общем объеме промышленного производства мала – 13,7 и 12,5 % в 2010 и 2011 гг. Низкий уровень ИП на протяжении последних лет имеют текстильное и швейное производство, деревообрабатывающее производство, целлюлозно-бумажное производство (ЦБП), кожевенное производство и производство электрооборудования. Основным направлением для привлечения инвестиций в *легкую промышленность* является создание кластера по производству льнопродукции. Основные преграды связаны с национализацией отдельных предприятий обувной отрасли (ОАО «Луч»). Сегодняшнее состояние ЦБП характеризуется высокой степенью износа оборудования, использованием энергоемких и экологически устаревших технологий с высоким потреблением сырья, химикатов, энергоресурсов, воды. Именно эти факторы делают отрасль непривлекательной для иностранных инвесторов. В качестве основного направления для инвестирования рассматривается создание производств по выпуску сульфатной беленой целлюлозы, которая служит основой для производства высококачественной бумаги. Предусматривается организация производства сульфатной беленой целлюлозы мощностью 300–400 тыс. т в год на базе ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат». Основной проблемой деревообрабатывающей отрасли является несовершенство структуры поставок на рынки вне стран СНГ, где доминирует продукция первичной обработки сырья – необработанная древесина, пиломатериалы. В Брестской области планируется создание кластера в области деревообработки и производства мебели. ИООО «ВМГ Индустри» приступило к строительству в СЭЗ «Могилев» современного деревообрабатывающего комплекса, в который войдут заводы по производству панелей ДСП, мебельных деталей из лущеного шпона, завод по производству корпусной мебели. В Сморгонском районе Гродненской области австрийская компания «Kronospan» строит крупнейший в Беларуси деревоперерабатывающий комплекс. Предполагается, что эти проекты позволят привлечь необходимые объемы инвестиций, что сделает отечественную продукцию более конкурентоспособной на внешних рынках, а также позволят диверсифицировать географию поставок.

Таким образом, в результате ранговых построений раскрываются эффективные направления вложения капитала для потенциальных инвесторов, а также выявляются сильные и слабые стороны в развитии отдельных отраслей.

Литература

1. Перцухов, В. И. Моделирование инвестиционного поведения экономических систем : в 2 т. / В. И. Перцухов. – Краснодар, 2007. – Т. 1.

БРИКС: ЧТО ЖДАТЬ НОВОГО?

Я. С. Рудаковский

Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», г. Гомель

Научный руководитель А. Г. Злотников

Главная движущая сила – пять государств с поднимающейся рыночной экономикой, или страны БРИКС – Бразилия, Россия, Индия и Китай, ЮАР. На протяже-

нии последних лет, после того как стала очевидна тенденция роста экономической мощи этих стран, ведутся разговоры об их влиянии на международную обстановку.

Фактически сотрудничество в рамках БРИКС на сегодняшний день носит в большей степени политический характер. Участники разделяют одну позицию, подразумевающую содействие созданию многополярного мира, в котором бы существовало несколько крупнейших центров силы. В связи с этим партнеры намерены создавать некий противовес политике Соединенных Штатов.

Страны БРИКС занимают 30 % территории Земли, в настоящий момент в странах БРИКС проживает 50 % населения планеты, что, безусловно, увеличивает инновационный потенциал этих государств. ВВП стран БРИКС составляет \$ 13,6 трлн (20 % от мирового). Комбинированные резервы БРИКС насчитывают \$ 4 трлн, а на экспорт этих стран приходится 17 % мирового экспорта.

БРИКС не является уникальным механизмом, скорее оно сформировано на известных принципах использования неформальных механизмов в международных отношениях.

Еще в конце 1980-х гг. было выработано шесть базисных условий успешного взаимодействия такого типа:

- относительное равенство участников и их потенциалов;
- ограниченное участие;
- общие принципы;
- твердый политический контроль;
- осознание взаимозависимости и общей уязвимости в условиях глобализации.

Если говорить об относительном равенстве, то в группировке есть явный лидер, который по общему потенциалу значительно превышает возможности других членов – КНР. Однако видимый отрыв лидера компенсируется суммарным весом остальных участников во всех сферах мировой политики и экономики.

Действительно ВВП КНР значительно превышает валовой продукт любого из остальных членов, но если брать в расчет подушевой показатель и качество жизни населения, то здесь лидирует Россия, а за ней следует Бразилия. По демографическому признаку с Китаем напрямую соперничает Индия. По наличию ресурсов, не только минеральных, но и водных, лесных и почвенных, мировыми лидерами являются Бразилия и Россия (рис. 1).

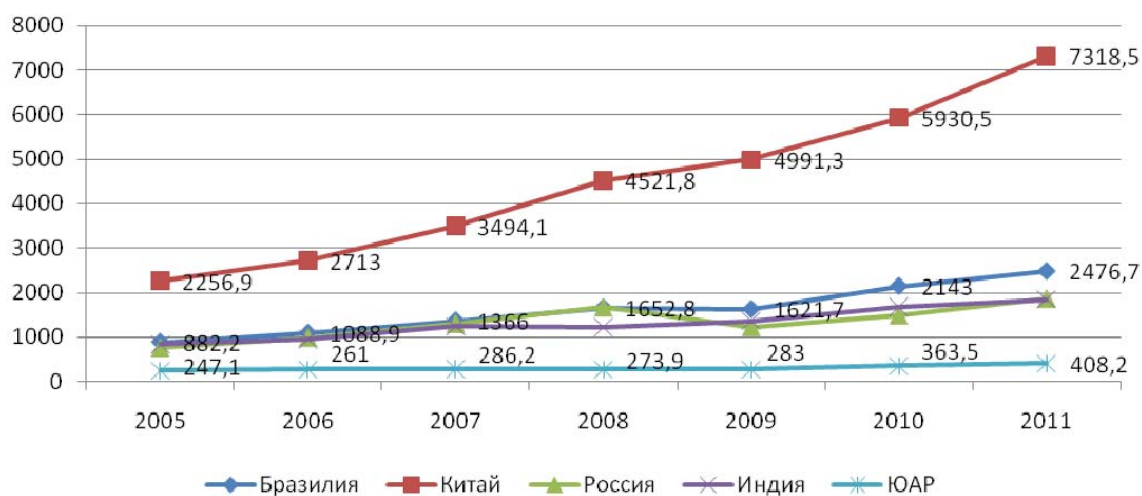


Рис. 1. Динамика внутреннего валового продукта БРИКС, млрд дол. США

Еще одной немаловажной составляющей успеха таких объединений является твердый политический контроль внутри стран-участников. Для стран БРИКС подобное условие имеет еще большую важность, так как все эти страны занимают значительные территории, являются многонациональными и мультикультурными сообществами. Следовательно, необходима поддержка принимаемых решений большинством населения, особенно в аспекте их имплементации. Недостаточная централизация в этом случае может играть против эффективности принимаемых в группе решений. Например, в Индии достаточно большая автономность штатов может привести к дезавуированию решений федерального правительства.

Наконец, необходимым условием продолжения функционирования и принятия решений в подобных группах является осознание существующей взаимозависимости и общей уязвимости, а также общей стратегической цели и относительно совпадающего видения оптимального решения проблем.

В последние годы инвестиционная привлекательность стран БРИКС растет абсолютно (Бразилия, Индия, в меньшей степени – Россия) или относительно (Китай). Это связано, как с меньшей вовлеченностью альянса в кризисные явления мировой экономики, так и наличием у них важных факторов экономического роста, которые остаются привлекательными для многих инвесторов. Важнейшие из этих факторов – крупные внутренние рынки, квалифицированная и недорогая рабочая сила, богатые природные ресурсы.

Поэтому БРИКС рассматривается как основной соперник развитых стран, которые в большинстве своем не могут оправиться от кризиса. Однако внутри самого объединения существуют далеко не экономические споры, которые подрывают взаимодействие стран друг с другом. В результате этого влияние этих стран на мировой арене может сильно подорваться.

Китай сильно заинтересован в восточносибирских ресурсах России. В ходе строительства трубопровода Восточная Сибирь–Тихий Океан, поставляющего нефть марки «ESPO» компаниями «Роснефть» и «Транснефть» в страны Азии и США, китайская сторона предоставила российской кредит на сумму \$ 25 млрд. В 2010 г. спрос на российские энергоносители ЕС упал на 5 %, в то время как спрос Китая вырос на 28 % и превысил аналогичные показатели США. Прогнозируется, что в ближайшие несколько лет российский экспорт нефти в Китай увеличится на 1/3.

Территориальные конфликты между Индией и Китаем имели место быть с древних времен. В XX в. и в настоящее время эти конфликты разворачивались вокруг территорий Тибетского автономного района, а также линии Мак-Магона, расположенной в восточной части китайско-индийской границы.

Перспективы развития отношений внутри БРИКС могут заключаться в следующем:

1. В развитии торгово-экономического сотрудничества, стимулировании продолжительного развития мировой экономики. Население пяти стран БРИКС составляет 42 % мирового, их ВВП – 20 % от общего показателя. С 2010 г. вклад стран-членов БРИКС в рост глобальной экономики превысил 50 %, государства объединения стали самыми представительными странами среди развивающихся экономических субъектов. Будучи ведущими государствами, выводящими мировую экономику из кризиса, страны-члены БРИКС углубляют взаимное доверие, продолжают расширять масштабы торгово-экономического сотрудничества, продвигают всестороннее, многоотраслевое взаимодействие, на базе экономического роста улучшают его качество, к тому же поддерживают всестороннее, сбалансированное и продолжительное

развитие. Все это имеет большое значение для стабильного восстановления и дальнейшего роста глобальной экономики;

2. Перспективы в углублении валютного сотрудничества, создании диверсифицированной международной валютной системы. Страны-члены БРИКС стоят перед тяжелой задачей собственного стремительного финансового реформирования, осуществления интернационализации национальных валют, кроме того, общей потребностью для государств объединения является продвижение многоуровневого валютного сотрудничества. В настоящее время банки пяти стран содействуют развитию механизма валютного свопа. Вместе с тем государства рассматривают возможность становления нового банка развития. В будущем участники объединения планируют создать торговый инвестиционный фонд сотрудничества путем двусторонней или пятисторонней валютной торговли, а также взаимных кредитов, создать систему многоуровневого валютного сотрудничества между странами-членами БРИКС. Кроме того, в рамках пятистороннего финансового сотрудничества можно постепенно продвигать механизм расчетов в национальных валютах, постоянно увеличивать объем и масштаб двустороннего или пятистороннего валютного свопа, увеличивать двустороннюю торговлю и степень удобства инвестирования, продвигать финансовое сотрудничество и взаимные капиталовложения между странами-членами БРИКС и др.

Таким образом, страны БРИКС имеют всесторонне высокий потенциал и широкие перспективы. В настоящий момент основная угроза процветанию данной организации исходит не извне, а изнутри, так как противоречия между членами группы носят серьезный характер и в некоторых случаях имеют исторические предпосылки. Для смягчения этих противоречий необходимо уделять как можно больше внимания не только экономическому, но и культурному сотрудничеству.

Несмотря на существующие противоречия внутри БРИКС, рост их влияния на мировую экономику является отражением стремительных перемен в их экономической, социальной и демографической ситуации. Эти перемены открывают перед странами БРИКС новые возможности и одновременно ставят новые задачи перед развитыми странами для сохранения своих рынков сбыта и поддержания конкурентоспособности своих экономик на должном уровне.

Финансовая и экономическая политика БРИКС была эффективной, если принимать во внимание период посткризисного восстановления. Расширение линейки финансовых услуг и инструментов, а также диверсификация экономики помогут не только усилить международное влияние, но и ускорить темпы формирования финансовых центров, и, как следствие, приток прямых иностранных инвестиций в реальный сектор экономики. Перспективы финансовых центров стран БРИКС отличны друг от друга. Однако модель развития данной страны непросто адаптировать для остальных членов БРИКС не только из-за финансовых, но из-за психологических, исторически сложившихся факторов, таких, как коррупция, недоверие инвесторов в связи с высокими политическими рисками и иное.

Литература

1. Панова, В. О пользе клубных механизмов: «Группа Семи» и БРИКС в сравнительном аспекте / В. Панова // *Междунар. процессы.* – 2012. – № 10.
2. Плотников, Н. Е. БРИКС три года вместе / Н. Е. Плотников // *ModernPolitics.* – 2012.
3. Сайт Всемирного Банка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: worldbank.org. – Дата доступа: 01.04.2013.

РЕЗЕРВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НЕФТЕПРОВОДОВ ОАО «ГОМЕЛЬТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»

А. Н. Литош

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

Научный руководитель С. С. Дрозд

В современных условиях развития экономики каждое производственное предприятие должно наладить бесперебойность производства, выполнение планов и прогнозов с целью достижения максимального эффекта и получения наибольшей прибыли. В любом, даже хорошо организованном предприятии, возможны нарушения нормального хода производственного процесса. Отсюда вытекает необходимость преодолевать эти отклонения и непрерывно приводить производство в состояние, соответствующее заранее намеченному графику.

Возможность быстрого и эффективного преодоления отклонений от нормального хода производства в большой степени зависит от оперативности информации о состоянии производства, а также от степени централизации и непрерывности руководства им. Современной системой оперативного регулирования производства является система диспетчирования. Диспетчерское руководство призвано заблаговременно выявить возможные нарушения в ходе производства и принимать необходимые меры по их устранению.

Диспетчерская служба ОАО «Гомельтранснефть Дружба» входит в состав товарно-транспортного отдела (ТТО).

Предметом деятельности диспетчерской службы ОАО «Гомельтранснефть Дружба» является транспортировка нефти. За историю предприятия через трубопроводы гомельской «Дружбы» прошло около трех миллиардов тонн нефти. В ходе анализа объемов транспортировки нефти выявлено, что предприятие ежегодно транспортирует более 80 млн т нефти. Причем почти 90 % приходится на транзит, около 10 % – на импорт и незначительные доли на внутреннюю транспортировку и экспорт.

Выполнение транспортных услуг (в млн т нефти на км) ОАО «Гомельтранснефть Дружба» за 2007–2009 гг. в среднем составляет 37000 млн т/км, что в денежном выражении, например, за 2009 г. составило 202,5 млн дол. США.

На протяжении всего исследуемого периода наблюдается рост объемов транспортируемой нефти, что привело к практически полному использованию существующих резервов пропускной способности нефтепроводов ОАО «Гомельтранснефть Дружба». В настоящее время белорусский «коридор» остается центральным экспортным направлением транспортировки российской нефти. Поэтому прогнозируемый на ближайшие годы рост добычи российской нефти и ее экспорта позволяет достаточно оптимистично оценить загрузку нефтепроводных мощностей предприятия. Полное использование пропускной способности системы транспорта нефти, увеличение ее производительности – основной резерв снижения себестоимости, т. е. при увеличении объема транспорта нефти достигается снижение себестоимости даже без экономии по основным элементам затрат.

Поэтому необходимы мероприятия, направленные на увеличение пропускной способности нефтепроводов.

Одним из таких мероприятий является использование противотурбулентной присадки «LiquidPower™ FlowImprower» при проведении ремонта участка нефтепровода. При перекачке нефти малой и средней вязкости в турбулентном режиме течения возникают повышенные гидравлические сопротивления, которые можно

значительно уменьшить введением малых добавок специальных веществ – стабилизаторов потока или противотурбулентных присадок.

В течение года, как правило, один или несколько участков нефтепровода выводится в ремонт и пропускная способность нефтепроводной системы, как следствие, снижается. Был рассмотрен определенный участок нефтепровода. ОАО «Гомельтранснефть Дружба» эксплуатирует трубопроводную систему, по которой осуществляется перекачка нефти от г. Мозыря до пункта Адамова Застава (Польша). На этом участке имеются три нефтеперекачивающие станции – «Туров», «Пинск» и «Кобрин». При ремонте участка 820 мм трубопровода от 120 км до 140 км происходит снижение производительности системы магистрального нефтепровода на 5 тыс. т в сутки или 150 тыс. т в месяц. Плановое задание на транспортировку нефти на период ремонта составляет 3,6 млн т в месяц и должно быть выполнено в соответствии с договорными обязательствами предприятия. Снижение производительности участка на 150 тыс. т в месяц предлагается компенсировать введением противотурбулентной присадки на НПС «Туров. Для необходимого поддержания пропускной способности нефтепровода при ремонте необходимо использовать присадку с концентрацией 15 ppm. Гидродинамическое сопротивление сократится на 31,55 %, а расход нефти увеличится на 23,46 %.

При выводе из работы рассмотренного участка нефтепровода пропускная способность снизилась на 150 тыс. т в месяц, при действующем тарифе – 5\$ за 1 т нефти, недополучение выручки составит 750 000 дол. США. Затраты по приобретению присадки, а также по аренде оборудования и контейнера составят 548 400 дол. США. Экономический эффект составит 201 600 дол. США. Также положительным моментом является укрепление имиджа предприятия, так как планы по перекачке нефти будут выполнены, несмотря на ремонтные работы участка нефтепровода. Таким образом, предприятие будет иметь возможность проводить ремонтные работы, обеспечивать необходимую пропускную способность нефтепровода и выполнять необходимые планы перекачки нефти.

Следующее мероприятие – это внедрение метода одновременной прочистки гидравлически связанных нефтепроводов, вместо поочередной прочистки. В процессе эксплуатации нефтепровода на внутренних поверхностях труб накапливаются отложения парафина, минеральные загрязнения и продукты окисления (нефтешлам), что влечет за собой уменьшение эквивалентного диаметра нефтепровода и, как следствие, к уменьшению пропускной способности нефтепровода. Для поддержания пропускной способности нефтепровода требуется проводить профилактические мероприятия или очистку трубопровода от отложений нефтешлама. Наиболее распространенным и эффективным способом очистки внутренней поверхности нефтепровода от отложений является механическая очистка с применением специальных скребков, чистящими элементами которых являются всевозможные диски, ножи и проволочные щетки. Скребки разных конструкций различны по эффективности удаления отложений со стенок труб, по износостойкости и проходимости.

На участке Мозырь–Адамова Застава проводится поочередная прочистка гидравлически связанных нефтепроводов от Мозыря до государственной границы республики. Сначала проводится очистка трубопровода диаметром 630 мм, затем – диаметром 720 мм, затем – диаметром 820 мм от Мозыря до государственной границы страны.

Для сокращения сроков очистки предлагается внедрить метод одновременной прочистки гидравлически связанных нефтепроводов: от Мозыря до Турова,

от Турова до Пинска, от Пинска до Кобрин, от Кобрин до государственной границы Беларуси. Все устройства очистки выталкиваются сразу по трем «ниткам» трубопроводной системы.

Для оценки эффективности нового способа очистки определяется изменение объема суточной перекачки нефти в процентах. По результатам расчетов при старом методе средняя величина прироста объема суточной перекачки нефти составляет 0,026 %. При новом – 0,151 %, что говорит о целесообразности внедрения нового способа очистки нефтепроводов. Средняя эффективность одновременной очистки нефтепроводов в сутки составляет 1000 т. Средняя эффективность очистки за год будет составлять 365 000 т. Экономический эффект при тарифе 5 \$ за 1 т перекачиваемой нефти составляет 1 825 000 дол. США. Также данный метод сокращает время очистки нефтепроводов в два раза – с 14 дней до 7. Данный результат отражает преимущество и целесообразность предложенного способа очистки нефтепроводов по сравнению с применяемым.

Следующее мероприятие – постепенное строительство лупингов на участке Унеча–Мозырь для увеличения пропускной способности. В результате проведенных российской и белорусской сторонами технических мероприятий, проектная производительность нефтепровода Унеча–Мозырь превышена. Максимальное количество нефти, которое может быть транспортировано за год, составляет, в зависимости от продолжительности остановок на ремонтные работы, около 82–83 млн т. Наиболее целесообразным решением проблемы дальнейшего увеличения пропускной способности участка Унеча–Мозырь, с учетом большого срока эксплуатации существующих нефтепроводов и высоких экологических рисков, является планомерное постепенное строительство лупингов.

Лупинги – резервные участки трубопровода большего диаметра, прокладываемые параллельно основному трубопроводу. На участке трубопровода с лупингом расход транспортируемого продукта в основном трубопроводе уменьшается, следовательно, сокращается общая потеря напора на преодоление гидравлического сопротивления. Поэтому при неизменной величине напора пропускная способность трубопровода в целом увеличивается тем значительно, чем больше площадь поперечного сечения лупинга.

Рассмотрено 3 этапа или 3 года по увеличению объемов перекачки нефти, на каждом из которых происходит увеличение объемов транспортировки нефти на 3 млн т. При тарифе – 3 дол. США за 1 т нефти на данном направлении тарифная выручка будет увеличиваться на 9 млн дол. США ежегодно. Экономический эффект составит 15,97 млн дол. США. Срок окупаемости капиталовложений составляет 6,5 года.

Таким образом, для повышения пропускной способности нефтепроводов и получения большей выручки были предложены такие мероприятия, как использование противотурбулентной присадки при проведении ремонта участка нефтепровода, внедрение метода одновременной прочистки гидравлически связанных нефтепроводов, строительство лупингов. Все предложенные мероприятия позволяют улучшить не только организацию диспетчерских служб предприятия, но и повысить эффективность функционирования всего предприятия.

КАЧЕСТВО КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПОРТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. Ю. Курачева-Карповская

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

В современных экономических условиях качество является почти единственной возможностью добиться успеха в мире высокой конкуренции. Качество – это совокупность свойств товара (новизна, технический уровень, надежность в использовании и др.), позволяющих наиболее полно удовлетворять запросы потребителей в соответствии с его назначением.

На качество выпускаемой продукции влияют следующие факторы: качество проведенных научно-исследовательских и проектных работ; качество основных факторов производства (качество сырья, материалов, труда, состояние основных фондов); качество эксплуатации и обслуживания (своевременное обслуживание и ремонт в полном объеме, качество запасных частей); уровень развития науки и техники; прогрессивность применяемой технологии; организация труда и производства; квалификация кадров.

Эффект от качества продукции для потребителей проявляется в удовлетворении спроса меньшим количеством продукции, уменьшении затрат при эксплуатации и использовании, устойчивости связей с производителем, доверии марке фирмы [1].

Коренное улучшение качества продукции машиностроения возможно только на базе применения принципиально новых технологий и конструкционных и других материалов, составляющих физическую основу машин, оборудования или отдельных узлов (агрегатов). Инновации в области качества машиностроительной продукции должны быть связаны с внедрением на предприятии комплексных автоматизированных систем управления и применения принципов «бережливого» производства к организации контроля качества. В связи с этим Программой развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г. для машиностроительных предприятий ставится задача обеспечения роста производительности труда за счет модернизации производств с созданием высокопроизводительных рабочих мест.

Решение указанной задачи предполагается за счет внедрения в производство высокотехнологичных продуктов и разработок и использования имеющихся внутренних резервов: снижения ресурсоемкости, трансформация систем управления, совершенствования конструкций продукции и технологий производства. Это непосредственным образом положительно скажется на качестве выпускаемой продукции, ее конкурентоспособности на внешних рынках и размере экспорта страны [2].

Роль экспорта в белорусской экономике переоценить нельзя. Для современной Беларуси внешняя торговля, формирующая до 85 % ВВП, является одним из приоритетов государственной политики. До недавнего времени основным торговым партнером Беларуси была Россия (10 лет назад именно на эту страну приходилось 60 % внешней торговли). Структура белорусского экспорта в настоящее время обобщенно представлена на рис. 1 (цифры приведены за январь 2013 г.). Беларусь поставляла свои товары на рынки 114 государств, при этом на долю России пришлось 38 % экспорта, примерно столько же – на долю Евросоюза. Это значит, что в остальные страны уже продается примерно треть продукции. В дальнейшем планируется увеличивать последний показатель [3].

Концептуальной основой формирования экспортной политики страны является Национальная программа развития экспорта Республики Беларусь на 2011–2015 гг.

Согласно данной программе вопросы развития экспортного потенциала и обеспечения сбалансированности внешней торговли Республики Беларусь приобрели исключительную значимость на современном этапе социально-экономического развития, поскольку внешний спрос на продукцию отечественных производителей является важнейшим фактором загрузки производственных мощностей, поддержания высокого уровня занятости и обеспечения динамичного роста экономики. При этом положительное сальдо внешнеторговых операций по товарам и услугам обеспечивает финансовую стабильность на макроуровне [4].

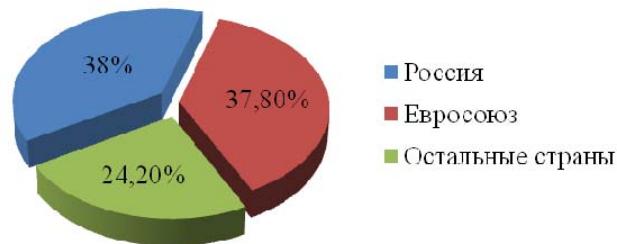


Рис. 1. Обобщенная карта белорусского экспорта [3]

Машиностроительная отрасль признана экспортоориентированной, поэтому дальнейшее ее развитие будет направлено на повышение качества производимых машин, оборудования и транспортных средств и достижение их соответствия экологическому законодательству целевых рынков сбыта, освоение производства новых видов экспортоориентированной продукции.

Согласно Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. запланировано расширение номенклатуры и ассортимента выпускаемой продукции машиностроения; намечено расширение числа сборочных производств и совместных предприятий за рубежом в целях освоения и закрепления продукции на зарубежных рынках; планируется создание новых производственных мощностей по выпуску гидромеханических передач и др. Реализация поставленных задач обеспечит рост валовой добавленной стоимости в производстве машин и оборудования в 1,55 раза. Также предусматривается увеличение объемов экспорта машин и оборудования в 2,5 раза, транспортных средств – 1,7 раза [5].

Согласно Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г. вследствие совершенствования деятельности машиностроительных предприятий ожидаются результаты, представленные в таблице.

Ожидаемые результаты вследствие совершенствования деятельности машиностроительных предприятий (до 2020 г.) [2]

| Направление деятельности | Ожидаемый результат |
|-------------------------------------|---|
| Станкостроение | Расширение экспортных поставок до уровня не менее 60 % от объема выпуска продукции станкостроения |
| Дизелестроение | Расширение диапазона выпускаемых дизельных двигателей, обеспечение их соответствия международным нормам экологической безопасности Евро-5, Евро-6 и Tier 3A |
| Сельскохозяйственное машиностроение | Создание производства новых высокоэффективных зерноуборочных комбайнов, увеличение доли продаж на мировом рынке зерноуборочных комбайнов с 10 до 15 % |

Окончание

| Направление деятельности | Ожидаемый результат |
|--|---|
| Тракторостроение, коммунальное машиностроение | Поставка более 90 % объемов продукции тракторостроения на экспорт |
| Производство машин и оборудования для горнодобывающей промышленности и разработки карьеров | Сохранение за белорусскими производителями не менее 30 % мирового рынка карьерной и горнодобывающей техники |
| Обновление модельного ряда автомобильной техники | Выход на перспективные рынки сбыта (Венесуэла, Китай, Куба, Казахстан, Украина, страны Латинской Америки, Африки), увеличение экспорта всех видов продукции автомобилестроения к 2020 г. в 1,6 раза |
| Производство современных автокомпонентов | Расширение поставок компонентов и комплектующих на рынок России, создание и освоение производства автокомпонентов для легковых автомобилей |

В настоящее время сделан акцент на освоение новых, прежде всего, растущих рынков сбыта на основе создания механизмов стимулирования и поддержки экспортеров. Заключены договоры на поставку машиностроительной техники в Австралию (карьерная техника), Латинскую Америку (карьерная, аграрная, тракторная и другая техника). Страны Юго-Восточной Азии начинают закупки белорусских карьерных самосвалов, автомобильной, тракторной и прочей техники, модели которой были разработаны в соответствии с требованиями этих стран. Продолжаются закупки тракторов и самосвалов, хорошо зарекомендовавших себя в работе на территории Индонезии, где были выделены следующие конкурентные преимущества белорусской техники: экономия топлива по сравнению с техникой конкурентов на 18–20 %, высокий коэффициент технической готовности, более доступная цена при аналогичном качестве техники. К тому же при закупках машиностроительной техники белорусской стороной предоставляются выгодные условия экспортного кредитования и сервисное обслуживание [3].

Продолжается целенаправленная работа по наращиванию доли белорусских товаров на традиционных рынках сбыта на базе создания сборочных производств за рубежом и вхождения экспортоориентированных белорусских предприятий в передовые зарубежные транснациональные структуры, организации логистических и сервисных структур.

Таким образом, достойное качество дает конкурентное преимущество белорусской машиностроительной технике по сравнению с конкурентами, что позволит освоить еще и новые рынки сбыта для расширения экспортных возможностей страны.

Литература

1. Жариков, Р. В. Концепция формирования и поддержания качества машиностроительной продукции. Организатор производства / Р. В. Жариков // Экономика и финансы. – 2010. – № 2 (45). – С. 59–65.
2. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622.
3. Внешняя торговля, формирующая до 85 % ВВП, один из приоритетов госполитики [Электронный ресурс] / Белтелерадиокомпания. – Минск, 2013. – Режим доступа: <http://www.tvr.by/lib/news.video?id=85038>.
4. Национальная программа развития экспорта Республики Беларусь на 2011–2015 годы : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 23 мая 2011 г. № 656.
5. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы : Указ Президента Респ. Беларусь от 11 апр. 2011 г. № 136.

ФИНАНСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ: ОЦЕНКА И МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ

А. В. Полякова

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

В современных условиях для большинства предприятий характерна «реактивная» форма управления, представляющая собой реакцию на текущие проблемы организации. В этой связи оценка существующего финансового состояния и своевременное реагирование на внешние угрозы возможны лишь при совершенствовании инструментов управления финансово-хозяйственной деятельностью.

В текущем и перспективном временном периоде совокупность внутренних устойчивых признаков характеризуется содержательной сложностью и противоречивостью, что определяет необходимость использования различных методов оценки и дальнейшую выработку механизма управления финансовым состоянием предприятия.

В основе методов оценки и механизма управления финансовым состоянием предприятия лежит финансовый анализ, методика проведения которого состоит из трех больших взаимосвязанных блоков [1]:

- анализа финансового положения и деловой активности;
- анализа финансовых результатов;
- оценки возможных перспектив развития организации.

Среди основных подходов к управлению финансовым состоянием важнейшим является подход, основанный на временной продолжительности. Его особенность – выявление текущей и перспективной оценки финансового состояния.

К текущей оценке относится существующее финансовое равновесие, когда состояние финансов не создает помех для функционирования предприятия. Это возможно при обязательном соблюдении следующих основных условий [3]:

- необходимый уровень эффективности достигается, если организация, используя предоставленный капитал, покрывает издержки, связанные с его получением;
- выполняется условие ликвидности, иначе говоря, организация постоянно должна быть в состоянии платежеспособности;
- финансовое состояние организации оценивается как устойчивое.

Для определения существующего положения и перспективных тенденций ликвидности баланса рассчитывается сумма излишка и недостатка для каждой из анализируемых групп. Сигнальным показателем финансового состояния организации выступает коэффициент маневренности собственного капитала (СК).

В качестве примера нами рассчитаны коэффициенты ликвидности и платежеспособности РУПП «Гранит» за 2009–2011 гг., представленные в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты ликвидности и платежеспособности РУПП «Гранит» за 2009–2011 гг.

| Показатели | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | Изменение (+/-) | Рекомендуемая величина |
|---|---------|---------|---------|-----------------|------------------------|
| Коэффициент текущей ликвидности | 0,11 | 0,04 | 0,12 | +0,1 | 1,0–2,0 |
| Коэффициент абсолютной ликвидности | 0,10 | 0,03 | 0,06 | –0,04 | 0,1–0,4 |
| Коэффициент маневренности собственного капитала | –0,01 | 0,00 | –0,07 | –0,06 | 1,0–2,0 |

Произведенный анализ показал наличие существенных проблем, актуальных для предприятия на текущий момент, имеющих отражение в операционной и финансовой деятельности. Для их решения целесообразно совершенствование финансового механизма предприятия.

Последствия финансовой неустойчивости для РУПП «Гранит» в будущем могут быть весьма существенны. Реальной становится ситуация, в которой предприятие будет зависимым от кредиторов, ему грозит потеря самостоятельности.

Причины существующей ситуации следующие [2]:

- стабильно низкие объемы получаемой прибыли;
- проблемы менеджмента, связанные с нерациональным управлением финансовым механизмом на предприятии.

Таким образом, предприятию для повышения своей платежеспособности и роста чистой прибыли, остающейся в его распоряжении, целесообразно уделить особое внимание росту рентабельности операционной деятельности.

Управление ликвидностью (*liquidity*) предприятия и прибыльностью (*profitability*) является важнейшим аспектом финансового стратегического развития исследуемого предприятия. Поэтому наибольшее значение приобретают механизм управления операционной деятельностью и моделирование ликвидности РУПП «Гранит». Сделаем прогноз изменения выручки, используя метод экстраполяционного сглаживания (табл. 2).

Таблица 2

**Прогноз изменения выручки предприятия
методом экстраполяционного сглаживания**

| Годы | Выручка, млн р. |
|-----------------------------------|-----------------|
| 2009 | 66140 |
| 2010 | 84776 |
| 2011 | 75310 |
| Прогноз (оптимистический вариант) | 84579 |

Уравнение тренда, построенное при помощи метода наименьших квадратов, имеет следующий вид:

$$y = 4585 \cdot x + 66239.$$

Уравнение свидетельствует о положительной тенденции роста выручки при существующих условиях.

Применительно к совершенствованию механизма управления финансами, а также для исправления сложившейся ситуации и достижения прогнозных значений, руководству предприятия следует принять меры по наращиванию собственного капитала, что возможно за счет моделирования ликвидности. Основу модели составляет предположение о том, что основным источником собственного капитала является рост прибыли, так как прибыль создает базу для самофинансирования и будет являться источником погашения обязательств предприятия перед банками и другими кредиторами, что позволит уменьшить краткосрочные обязательства и увеличить ликвидность.

Для достижения этой цели следует уже в 2013 г. повысить оборачиваемость активов предприятия, для чего увеличивать объем продаж и предоставлять скидки за досрочную оплату. Расчет необходимого размера скидки представлен в табл. 3.

Таблица 3

Моделирование размера скидки за досрочную оплату продукции предприятия

| Показатели | Скидка за предоплату, % | | | Без скидки, отсрочка 10 дней |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | 10 | 5 | 2 | |
| Инфляция (4 % в месяц) | | | | 1,026 |
| Коэффициент падения покупательской способности денег | | | | $\frac{1}{1,026} = 0,975$ |
| Потери от инфляции с каждой 1 тыс. р. реализации | | | | $1000 - 975 = 25$ |
| Потери от предоставления скидки с каждой 1 тыс. р. | $1000 \cdot 0,1 = 100$ | $1000 \cdot 0,05 = 50$ | $1000 \cdot 0,02 = 20$ | |
| Доход от альтернативных вложений – 2 % в месяц | $900 \cdot 0,02 \cdot 0,975 = 17,55$ | $950 \cdot 0,02 \times 0,975 = 18,525$ | $980 \cdot 0,02 \times 0,975 = 19,11$ | |
| Оплата банковского кредита – 30 % годовых (тыс. р.) | – | – | – | $1000 \cdot \frac{0,30}{12} = 25$ |
| Потери | $100 - 17,55 = 82,45$ | $50 - 18,525 = 31,475$ | $20 - 19,11 = 0,89$ | $26 + 25 = 51$ |

Предложенный вариант совершенствования финансового механизма является необходимым условием не только для анализируемого предприятия, но и для предприятия любой организационно-правовой формы, так как представляет собой центральную часть хозяйственного механизма, что объясняется ведущей ролью финансов в сфере материального производства.

Литература

1. Жук, А. Оценка финансового состояния организации / А. Жук // Планово-экон. отдел. – 2012. – № 9. – С. 56–62.
2. Акулич, В. В. Оценка финансового состояния организации / В. В. Акулич // Экономика, финансы, управление. – 2007. – № 9. – С. 34–41.
3. Аносов, В. Новые реалии требуют новых подходов к оздоровлению предприятий / В. Аносов // Финансы, учет, аудит. – 2010. – № 12. – С. 22–23.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ
СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

М. В. Башарина

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

На заседании Совета Министров Республики Беларусь 1 марта 2013 г. «Об итогах социально-экономического развития Республики Беларусь за 2012 г. и задачах на 2013 г.» Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко отметил, что в «Год бережливости» важнейшей задачей является «обеспечение максимально эффективного

и рационального использования природных, топливно-энергетических, материальных и трудовых ресурсов», «следует активно искать пути сокращения издержек производства, снижения энерго- и материалоемкости продукции, бережно расходовать бюджетные средства», таким образом «все должны четко понимать, что экономия ресурсов и направление всех сил на модернизацию экономики – это не разовая акция, а вопрос экономической безопасности страны». Именно поэтому вопрос поиска путей сокращения затрат на производстве не теряет своей актуальности.

Из доклада министра экономики Республики Беларусь известно, что в 2012 г. не обеспечено выполнение 5 из 12 важнейших параметров прогноза социально-экономического развития: по внутреннему валовому продукту (ВВП), продукции промышленности, снижению уровня материалоемкости в промышленности, энергоемкости ВВП и привлечению прямых иностранных инвестиций. Если в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. предусмотрено добиться снижения материалоемкости продукции промышленности на 5–7 % по сравнению с 2010 г. (76,4 %), то из проведенного анализа развития промышленности на протяжении 2000–2012 гг. видно, что доля материалоемкости продукции промышленности стабильно находится на уровне более 71–75 %, при этом наблюдается рост данной негативной тенденции как по промышленности в целом, так и по отдельным ее отраслям в частности. При этом темпы роста обрабатывающей отрасли опережают темпы роста промышленности в целом (коэффициент опережения составляет 1,02), в то время как темпы роста горнодобывающей отрасли и производства и распределения электроэнергии, газа и воды развиваются ниже темпов роста промышленности в целом (коэффициенты опережения равны 0,96 и 0,94 соответственно).

В настоящий момент в промышленности недостаточно эффективна система внедрения результатов исследований и разработок. Об этом свидетельствует то, что доля отгруженной инновационной продукции промышленности составила в 2011 г. лишь 14,4 %, хотя по сравнению с 2009 г. наблюдается рост данного показателя на 3,5 %. Наибольший удельный вес отгруженной инновационной продукции наблюдается при производстве машин и оборудования – 37,6 %, в то время как в 2009 г. данный показатель был равен 19,6 %, т. е. доля инновационной продукции возросла на 18 %. Говоря о промышленности, на заседании Совета Министров Республики Беларусь Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко потребовал принять комплексные и эффективные меры для развития промышленности и наращивания выпуска инновационной продукции, критерием эффективности которых станет достижение годовой выручки от реализации продукции на одного занятого в среднем по республике – не менее 60 тыс. дол. США. Для этих целей в каждой организации республики разработаны планы модернизации. Так, в ОАО «СтанкоГомель» разработана Программа модернизации и создания высокопроизводительных рабочих мест на 2012–2015 гг., в основе которой лежат следующие цели: а) обновление парка основного технологического оборудования, в результате которого износ основных фондов на конец 2015 г. составит 48,4 %, в том числе активной части – 49,6 %; б) рост заработной платы к декабрю 2015 г. – до 1118 дол. США; в) повышение производительности труда по ВДС за 3 года (2013–2015) – 273,8 %; г) увеличение доли добавленной стоимости в объеме производства продукции (работ, услуг) с 59,1 % в 2011 г. до 64,7 % в 2015 г. и обеспечение выработки по ВДС не менее 29,3 тыс. дол. США на человека в 2015 г.; д) создание 100 высокопроизводительных рабочих мест (25 – в 2014 г., 75 – в 2015 г.); е) увеличение доли поставок на экспорт и достижение соотношения экспорта товаров и объема промышленного производства – 35,7 % в 2015 г.; ж) обеспечение к 2015 г. выручки от реализации продукции (товаров, работ, услуг) в размере не менее 60 тыс. дол. США на одного работающего.

Основными направлениями Программы являются: а) реализация инвестиционного проекта «Создание производства широкой гаммы обрабатывающих центров» (приказ

Министерства промышленности Республики Беларусь «Об инновационном развитии машиностроительного комплекса» от 24 июня 2011 г. № 443) с общим объемом финансирования на 2013–2015 гг. – 18147 млн р.; б) техническое перевооружение действующего производства с общим объемом финансирования – 28015 млн р.

Из существующих внутренних проблем ОАО «СтанкоГомель», которые необходимо решить для выполнения Программы модернизации, следует отметить высокий уровень затрат на производство из-за высоких цен на энергоносители и сырье, так как станкостроение – это отрасль, имеющая высокий уровень материалоемкости (доля материальных затрат в структуре затрат на производство составляет 47 %), особенно при выпуске станков с ЧПУ; нарастание недостатка оборотных средств при высоких процентных ставках по кредитам; недостаток высококвалифицированной рабочей силы. Особенностью производства металлорежущих станков является достаточно длительный срок изготовления – от 3 до 9 месяцев, большая номенклатура комплектующих изделий и материалов. Для решения таких задач технологический процесс должен быть построен по принципу обработки технологически подобных деталей в условиях единичного и мелкосерийного производства, что требует наличия высокоточного и высокоэффективного оборудования, высококвалифицированного инженерно-технического и рабочего персонала.

В настоящее время организация при дефиците финансовых средств не в состоянии самостоятельно проводить закупку сложного высокотехнологического оборудования. Проблема пополнения оборотных средств является первоочередной для сохранения научно-технического потенциала предприятия, так как, в первую очередь, предприятие теряет высококвалифицированных рабочих и административно-управленческий персонал, не имеет возможности поддерживать на должном уровне технологическое оборудование. В связи с низкой оснащенностью конструкторских и технологических отделов организации оргтехникой и с учетом стоящих задач по разработке и освоению производства новой техники, снижению сроков и повышению качества проектов остро стоит проблема технического перевооружения конструкторско-технологических отделов. Создание автоматизированной системы позволит сократить сроки проектирования новой техники, увеличить номенклатуру выпускаемой продукции, улучшить качество разработок конструкторской документации, повысить производительность проектирования. Создание материально-технической базы конструкторских и технологических служб на современном уровне позволит увеличить уровень автоматизированного проектирования.

Главным сдерживающим фактором развития предприятия на сегодняшний день является высокий физический и моральный износ технологического оборудования. В настоящее время износ основных фондов ОАО «СтанкоГомель» составляет более 60 % (по оценке на конец 2012 г. – 63,7 %, в том числе активной части – 69,5 %). С учетом единичного характера производства, степени изношенности станочного парка и необходимости ремонта, с учетом использования оборудования для выполнения заказов сторонних организаций ставить на консервацию технологическое оборудование не является целесообразным. С целью расширения технологических возможностей, обновления действующего парка и замены устаревшего оборудования в 2013–2015 гг. организация планирует приобрести 20 ед. оборудования (в том числе металлорежущего – 9 ед., литейного – 2, кузнечно-прессового – 1, сварочного – 4, измерительного – 4 ед.) и модернизировать 11 ед. металлорежущего оборудования. Основным источником финансирования капитальных вложений и освоения производства новых видов продукции остаются собственные денежные средства, получаемые от основной деятельности. Однако ввиду стабилизации цен на станочную продукцию на потенциальных рынках сбыта, уровень рентабельности реализуемого оборудования не может обеспечить наращивание

оборотных средств в размерах, необходимых для финансирования капитальных вложений и обеспечения динамичного роста объемов производства. Принимая во внимание длительный цикл изготовления станков, а также отсутствие у заказчиков достаточной возможности приобретения оборудования на условиях предварительной оплаты, предприятие вынуждено привлекать кредиты банков, что также сказывается на состоянии собственных оборотных средств.

Согласно разработанной Программе модернизации ОАО «СтанкоГомель» на 2012–2015 гг. плановый объем инвестиций в 2013–2015 гг. составит 46 млрд р. Источниками финансирования являются собственные средства (амортизация и прибыль) в сумме 14 млрд р. и заемные средства в сумме 32 млрд р. В связи с тем, что процентные ставки по предлагаемым кредитам коммерческих банков довольно высоки (46 % годовых) и не обеспечивают окупаемости капитальных вложений, предприятие подало заявку в ОАО «Промагролизинг» на финансирование приобретения оборудования на условиях финансового лизинга, аналогично предусмотренных Указом Президента Республики Беларусь «О закупках автомобильной, лесозаготовительной, специальной техники и оборудования» от 2 июня 2010 г. № 285-дсп. Возмещение затрат за пользование лизинговым оборудованием из средств республиканского бюджета составит 5,8 млрд р. при процентной ставке 3,46 % годовых. В случае принятия решения о привлечении кредитов банков на очередной финансовый год предприятию будет необходимо ходатайствовать о предоставлении государственной поддержки в виде компенсации из средств республиканского бюджета процентов за пользование банковскими кредитами в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь «О совершенствовании правового регулирования порядка оказания государственной поддержки юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям» от 28 марта 2006 г. № 182. Однако предпочтительной мерой государственной поддержки для предприятия стала бы финансовая помощь в виде субсидий или бюджетных ссуд (займов), предоставления налогового кредита в соответствии с упомянутым выше Указом Президента Республики Беларусь, что позволит предприятию стабилизировать финансовое состояние, создать условия для разработки и производства новых видов конкурентоспособного металлообрабатывающего оборудования, инструмента и технологической оснастки, упрочить позиции на потенциальных рынках сбыта и способствовать переоснащению современным металлообрабатывающим оборудованием валлообразующих предприятий Республики Беларусь.

Литература

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622.
2. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. : Указ Президента Респ. Беларусь от 11 апр. 2011 г. № 136.
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2012.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ УКРЕПЛЕНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

И. Ю. Курбиева

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Проблемы процесса формирования и развития кадрового потенциала предприятия занимают ключевое место в современной экономике. Кадровая политика и

управление трудовыми ресурсами являются одними из важнейших социально-экономических характеристик любого предприятия, и особую значимость данный аспект приобретает в условиях перехода к рыночной экономике. От того, как руководство проводит кадровую политику, зависит благосостояние персонала, а, следовательно, и производительность труда, и прибыль предприятия вне зависимости от экономической ситуации в стране.

Кадровый потенциал предприятия представляет собой умения и навыки работников, которые могут быть использованы для повышения его эффективности в различных сферах производства в целях получения дохода (прибыли) или достижения социального эффекта.

Основными нормативно-правовыми документами, регулирующим государственную кадровую политику в нашей стране, являются:

1. Указ Президента Республики Беларусь «Концепция государственной кадровой политики Республики Беларусь» от 18 июля 2001 г. № 399 с изменениями и дополнениями от 12 ноября 2003 г. № 509. Данная концепция определяет механизм реализации государственной кадровой политики, ее приоритеты, основными из которых являются методическое обеспечение подготовки отраслевых и региональных кадровых программ, организация экспертизы инновационных программ и проектов в целях создания и сохранения эффективных рабочих мест и другие направления [1].

2. Указ Президента Республики Беларусь «Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь» от 9 ноября 2010 г. № 575 [3].

3. Указ Президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по совершенствованию подготовки, переподготовки и повышению квалификации кадров в сфере управления» от 2 июня 2009 г. № 275 [2].

Таким образом, актуальность данной темы на современном этапе экономического развития подчеркивается на государственном уровне.

Динамика численности занятого населения Республики Беларусь представлена в табл. 1.

Таблица 1

Численность экономически активного населения Республики Беларусь

| Годы | Всего, тыс. чел. | В том числе | | Уровень экономической активности населения (экономически активное население к численности населения в трудоспособном возрасте), % |
|------|------------------|-------------|---|---|
| | | занятые | безработные, зарегистрированные в органах по труду, занятости и социальной защите | |
| 2008 | 4654,2 | 4610,5 | 43,7 | 78,9 |
| 2009 | 4686,1 | 4643,9 | 42,2 | 79,9 |
| 2010 | 4705,1 | 4665,9 | 39,2 | 80,8 |
| 2011 | 4686,0 | 4654,5 | 31,5 | 81,1 |
| 2012 | 4599,6 | 4571,1 | 28,5 | 79,7 |

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в январе 2013 г. в экономике республики было занято 4 537,5 тыс. человек, что на 0,9 % меньше, чем в январе 2012 г. В исследуемом периоде на предприятиях промышленности численность работников, принятых на работу, составляет 14,1 тыс. человек, численность уволенных работников – 15,2 тыс. человек. Однако анализ ис-

следуемой динамики численности занятого населения Республики Беларусь позволяет сделать вывод о том, что наблюдается тенденция увеличения уровня экономической активности населения. Также необходимо отметить снижение численности безработных, зарегистрированных в органах по труду, занятости и социальной защите в течение исследуемого периода [5].

С целью определения эффективности проведения государственной кадровой политики в нашей стране проведем сравнительный анализ уровней экономической активности населения Республики Беларусь и Российской Федерации. Динамика численности занятого населения России представлена в табл. 2.

Таблица 2

Численность экономически активного населения Российской Федерации

| | Млн чел. | | 2012 г. в % к 2010 г. | В % к итогу | |
|---------------------------------|----------|---------|--------------------------|-------------|---------|
| | 2010 г. | 2012 г. | | 2010 г. | 2012 г. |
| Экономически активное население | | | | | |
| В том числе: | | | | | |
| занятые в экономике | 67,1 | 71,2 | 106,1 | 67,2 | 70,3 |
| безработные | 59,7 | 64,9 | 108,8 | 59,8 | 64,1 |
| | 7,4 | 6,3 | 84,5 | 7,4 | 6,2 |

Согласно Прогнозу баланса трудовых ресурсов на 2013–2015 гг., разработанного Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 декабря 2012 г., в течение 2012 г. на рынке труда России сохраняются позитивные тенденции, о чем свидетельствует увеличение численности занятых в экономике (с 67,7 млн человек в 2011 г. до 68,3 млн человек в 2012 г.) [6].

Таким образом, данные статистического анализа позволяют судить о положительной тенденции формирования трудовых ресурсов субъектов хозяйствования Беларуси и России.

В связи с этим рассмотрим основные направления повышения эффективности проведения государственной кадровой политики в Республике Беларусь.

Согласно Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг., утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 11 апреля 2011 г. № 136, укрепление кадрового потенциала предполагает следующий комплекс мероприятий:

1. Формирование действенного резерва руководящих кадров.

В Республике Беларусь осуществляется работа с руководящими кадрами и специалистами на основе научных принципов подбора, формирования резерва, подготовки, оценки и расстановки кадров.

Основным нормативно-правовым актом в данной области является Положение об организации работы с руководящими кадрами в системе государственных органов и иных государственных организаций, утвержденное Указом Президента Республики Беларусь от 26 июля 2004 г. № 354 (с изменениями и дополнениями от 30 сентября 2011 г. № 439).

2. Совершенствование работы с молодыми специалистами.

Работа с молодыми специалистами на предприятии направлена на выработку и осуществление конкретных практических мер по их закреплению на предприятии, вовлечению в перспективные научно-исследовательские работы, решению социальных и бытовых вопросов, росту профессиональных качеств, материальной поддержки.

3. Организация и проведение мониторинга удовлетворенности персонала.

Высокая удовлетворенность персонала позволяет предприятию не только снизить текучесть кадров, но также противостоять проблеме дефицита трудовых ресурсов, которая на сегодняшний день особенно остро проявляется в отношении высококвалифицированных специалистов, обеспечивающих ключевые направления деятельности организации.

4. Совершенствование системы ротации кадров.

Ротация руководящего персонала организации приводит к расширению компетенции, повышению управленческой квалификации и, как правило, сопровождается должностным ростом работников.

5. Совершенствование проведения технической учебы.

Техническая учеба направлена на повышение эффективности и качества работы, производительности труда, повышение качества обслуживания и ремонта оборудования.

6. Организация обучения работников промышленных предприятий на курсах повышения квалификации в области информационных технологий.

7. Организация изучения работниками иностранных языков.

8. Внедрение в практику работы психологического компьютерного тестирования.

9. Совершенствование формы проведения аттестации работников промышленного предприятия путем внедрения компьютерного тестирования [4].

В заключение следует отметить, что управление кадрами в рамках предприятия, будучи неотъемлемой частью его хозяйственной политики, имеет стратегический и оперативный аспекты. Кадровая политика является составной частью всей управленческой деятельности и производственной политики организации. Она ставит своей целью создание сплоченной, ответственной, высокообразованной и высокопроизводительной рабочей силы.

Л и т е р а т у р а

1. Концепция государственной кадровой политики Республики Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 18 июля 2001 г. (с изм. и доп. от 12 нояб. 2003 г. № 509) // Бизнес-Инфо [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 01.04.2013 г.
2. О некоторых мерах по совершенствованию подготовки, переподготовки и повышению квалификации кадров в сфере управления : Указ Президента Респ. Беларусь от 2 июня 2009 г. № 275 // Бизнес-Инфо [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 01.04.2013 г.
3. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2013.
4. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. : Указ Президента Респ. Беларусь от 11 апр. 2011 г. № 136 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2013.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/labor.php>. – Дата доступа: 03.04.2013 г.
6. Межгосударственный статистический комитет Содружества Независимых Государств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisstat.com>. – Дата доступа: 04.04.2013.

СОЗДАНИЕ СБОРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ЗА РУБЕЖОМ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ ПРОДВИЖЕНИЯ БЕЛОРУССКИХ ТОВАРОВ НА ЭКСПОРТ

Н. Г. Родионова

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

Научный руководитель С. С. Дрозд

В Беларуси приоритетным направлением развития экономики является ее экспортная ориентация.

Одна из важнейших задач для экспортно-ориентированных предприятий – это поиск новых рынков для реализации своей продукции.

Рост экспорта ведет к росту валютных поступлений, которые необходимы для структурной перестройки экономики, модернизации производства, закупок топливно-сырьевых ресурсов.

Выбор той или иной формы присутствия Беларуси на конкретном рынке каждой страны зависит от таких факторов, как специфика товара, перспективность и особенности рынка сбыта, доступность инвестиционных ресурсов в случае создания сборочных предприятий. Например, потребительские продовольственные и промышленные товары целесообразно реализовывать через сети магазинов и торговых центров, в том числе фирменных. Сложнотехнические товары часто выгоднее собирать на месте (особенно в странах с высокими ввозными пошлинами на готовую продукцию). Наличие сборочных производств и сервисных центров в странах реализации товаров не только повышает привлекательность товаров, но и часто является необходимым условием сбыта.

Белорусские предприятия все чаще обращают внимание на такой инструмент, как создание сборочных производств белорусской техники на зарубежных рынках сбыта. Эта форма работы позволяет преодолеть высокие тарифные барьеры в принимающей стране, так как таможенные пошлины на комплектующие, как правило, значительно ниже [2].

Приоритетным направлением в международных торгово-экономических отношениях являются страны СНГ.

Стратегические отношения складываются с Россией, Казахстаном, Азербайджаном, Туркменистаном и Украиной.

Россия, Казахстан, Украина и другие страны СНГ имеют большие доли импорта сельскохозяйственной техники. Действуя в интересах национальных производителей, государства принимают различные меры по защите внутреннего рынка (повышение таможенных ставок ввозных пошлин на отдельные виды техники, ограничение зарубежной техники, государственные программы поддержки спроса, субсидирование процентной ставки по кредитам на сельскохозяйственную технику и пр.).

В связи с этим создание сборочных производств сельскохозяйственной техники за рубежом является достаточно перспективным направлением.

Сборочные производства создаются на базе совместных предприятий.

Усиленную работу в этом направлении ведет ПО «Гомсельмаш». Благодаря созданным совместным предприятиям в России, Украине, Казахстане и Китае, ПО «Гомсельмаш» за 3 года (2009–2011) отгрузило 5683 машинокомплекта зерноуборочной и кормоуборочной техники (таблица).

Рост объема производства на ПО «Гомсельмаш» создает новые рабочие места, а экспорт создаваемой продукции – дополнительные валютные поступления, которые так необходимы нашей стране.

Кооперированные поставки машинокомплектов ПО «Гомсельмаш» за 2009–2011 гг., шт

| Наименование продукции | 2009 г. | | | | 2010 г. | | | | 2011 г. | | | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------|-------|-----------|----------------------|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|----------------------|-------|
| | Страны | | Итого | Казахстан | Страны | | Итого | Казахстан | Украина | Украина | Страны | | Итого |
| | Российская Федерация | Казахстан | | | Российская Федерация | Украина | | | | | Украина | Российская Федерация | |
| Зерноуборочная техника | 1 048 | 200 | 1 248 | | 1 291 | 10 | 301 | | 252 | 185 | | 1 690 | |
| КЗС-7мк | 294 | | 294 | 120 | | | | | | | | 1 | |
| КЗС-812мк | 367 | 200 | 567 | 335 | 10 | 300 | 1 | 150 | 1 | 35 | | 561 | |
| КЗС-1218мк | 387 | | 387 | 836 | | 1 | | 251 | | | | 1128 | |
| Кормоуборочная техника | 432 | 1 | 433 | 207 | | 11 | 100 | | | | 80 | 392 | |
| КСК-600мк | 122 | 1 | 123 | | | 11 | 100 | | | | 80 | 261 | |
| К-Г-6 (УЭС-280)мк | 58 | | 58 | 64 | | | | | | 17 | | 17 | |
| К-Г-6 (УЭС-2-280)мк | 118 | | 118 | 139 | | | | | 75 | | | 75 | |
| КДП-3000мк | 124 | | 124 | 3 | | | | | 22 | | | 22 | |
| КВК-800мк | 10 | | 10 | 1 | | | | | 17 | | | 17 | |
| <i>Всего</i> | 1480 | 201 | 1681 | 14998 | 10 | 312 | 100 | 252 | 185 | 80 | 2082 | | |

Из таблицы видно, что ПО «Гомсельмаш» расширил географию внешней торговли машинокомплектами зерноуборочной и кормоуборочной техники на основе кооперированных поставок в Украину и Китай.

Также можно отметить, что Россия постепенно отказывается от машинокомплекта зерноуборочной техники модели КЗС-7мк и переходит на более усовершенствованные модели зерноуборочных комбайнов.

Объем поставок с каждым годом увеличивается, что может свидетельствовать о высокой конкурентоспособности выпускаемой продукции ПО «Гомсельмаш». Наибольший удельный вес в кооперированных поставках занимает зерноуборочная техника, что связано со спецификой сельского хозяйства в приведенных странах.

На сегодняшний день ПО «Гомсельмаш» работает со следующими основными предприятиями, где созданы сборочные производства:

- Российская Федерация – ЗАО СП «Брянсксельмаш», ОАО «Агропромпарк», ОАО «Гагаринскремтехпред», ООО «АгроСельхозтехника», ООО «АгроцентрАлтай», ЗАО ШМЗ «Кранспецбурмаш»;
- Украина – ООО «ТД «МТЗ-Беларусь-Украина»;
- Казахстан – АО «АгромашХолдинг»;
- Китай – СП ООО «ХарбинЦзинГомель «Предприятие сельскохозяйственного машиностроения».

В настоящее время основным конкурентным преимуществом белорусской сельскохозяйственной техники является цена. Учитывая вступление России в ВТО и резкое снижение таможенных ставок ввозных пошлин на сельскохозяйственную технику, положение белорусских производителей на рынке сельскохозяйственной техники может резко ухудшиться.

Если брать во внимание и те факты, что у сельскохозяйственных производителей на постсоветском пространстве низкая платежеспособность, и государства субсидируют приобретение только отечественной техники, то собранная техника при локализации до 50 % белорусскими комплектующими попадает под государственную программу поддержки сельхозпроизводителей.

Обеспечение постоянного присутствия на рынке необходимо для завоевания рынка и его удержания.

Создавая сборочные производства, белорусские предприятия могут не только удержать, но и открыть новые рынки сбыта производимой сельскохозяйственной техники.

Литература

1. Ананьев, Р. Машина нового времени // «Народная газета» – новости Беларуси [Электронный ресурс]. – 20.09.2011. / ОАО «Белорус. универсальная товарная биржа»: butb.by, 2002–2010. – Режим доступа: http://www.ng.by/ru/issues?art_id=60284&is_pril=1. – Дата доступа: 16.02.2012.
2. Евдоченко, А. Новые формы продвижения белорусских товаров / А. Евдоченко // Товаропроводящая сеть Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2007. – № 1. – С. 6 / М-во иностранных дел Респ. Беларусь: mfa.gov.by, 2007–2011. – Режим доступа: <http://www.mfa.gov.by/docs/tps/tps1.pdf>. – Дата доступа: 14.02.2012.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ТОВАРНЫХ РЫНКАХ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ****Ю. А. Волкова***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. И. Тарасов

Главным условием существования и развития рыночных отношений является наличие конкуренции, которая мотивирует производителя на сокращение издержек производства, наращивание объема сбыта, улучшение качества продукции в борьбе за потребителя. Обеспечение условий для поддержания конкурентной среды является задачей антимонопольной политики любого государства. В круг решаемых ею вопросов в том числе входит работа по выявлению и пресечению антиконкурентных соглашений (согласованных действий) о ценах, которые, в свою очередь, представляют значительную угрозу для существования конкурентного рыночного механизма и тем самым объясняют актуальность мероприятий, направленных на предотвращение антиконкурентных действий.

Анализ законодательства Республики Беларусь и экономической литературы позволил установить наличие двух типов ограничений конкуренции: горизонтального и вертикального. Вместе с тем установлено, что, несмотря на имеющийся значительный научный задел, комплексно экономическая сущность вертикальных ограничений не исследовалась. В частности, само понятие вертикальных ограничений в экономической литературе толкуется весьма разнообразно. Так, у С. Б. Авдашевой понятие «вертикальных ограничений» трактуется как «типы контрактов, которые неинтегрированная фирма может заключать со своими поставщиками и покупателями...» [2, с. 136]. У Мэтьюсона «вертикальные ограничения» – это «труднообъяснимое отклонение от простого опосредованного ценой обмена традиционных рынков» [1].

Определено, что для раскрытия сущности вертикальных ограничений необходимо ответить на следующие вопросы:

- Каковы мотивы установления вертикальных ограничений?
- Каковы цели вертикальных ограничений?
- Каковы объекты и субъекты вертикальных ограничений?
- Каковы методы вертикальных ограничений?
- Каковы инструменты вертикальных ограничений?
- Каковы формы ограничения конкуренции?
- Каковы критерии ограничения конкуренции?
- Каковы экономические последствия ограничения конкуренции?
- Каковы организационные формы вертикальных ограничений конкуренции?

В результате анализа экономической литературы определено, что основными мотивами к установлению субъектами хозяйствования вертикальных ограничений являются:

1. Наличие высоких транзакционных издержек, связанных с производством и сбытом конечной продукции в качестве достаточно побудительного мотива для организации, осуществляющей инвестиции в так называемые «специфические активы» для заключения вертикального соглашения, гарантирующего длительные взаимовыгодные отношения, по условиям отличающегося от обычных принятых на конкурентном рынке разовых контрактов.

2. Стремление к снижению давления со стороны государства и контрагентов. В первом случае, вертикальная интеграция позволяет манипулировать объемом полученной прибыли, перераспределяя ее между подразделениями интегрированной

организации. Во втором случае, вертикальная интеграция помогает снизить потери от монопольной власти [2, с. 137–138].

3. Проблема «двойной маржинализации», которая приводит не только к снижению прибыли каждой из организаций и, как следствие, их совокупной прибыли, но и благосостояния потребителей.

Соответственно определены следующие цели вертикальных ограничений:

- снижение риска неопределенности [3, с. 96];
- сохранение и/или увеличение рыночной власти;
- максимизация прибыли.

Установлено, что инструментом вертикальных ограничений выступает вертикальное соглашение между организациями, находящимися на разных этапах последовательной цепочки создания ценности товара, которые выступают субъектами вертикальных ограничений. Объектом является экономическое поведение организаций-участниц вертикального соглашения.

Определено, что основными методами, посредством которых устанавливаются вертикальные ограничения, являются:

– установление цены перепродажи товара. Вышестоящая организация может устанавливать так называемую рекомендуемую цену для торговцев. Это может быть как максимальная, так и минимальная цена перепродажи. Контроль уровня розничных цен позволяет оказывать влияние на конечный спрос и тем самым – прибыль производителя [3, с. 96];

– запрет продавца покупателю продавать товар организации-конкурента продавца [2, с. 145] либо запрет покупателя продавцу продавать товар организациям-конкурентам покупателя [5, с. 201];

– ограничение территории, на которой приобретатель товара вправе перепродавать товар, либо ограничение круга покупателей, которым приобретатель вправе перепродавать товар;

– количественное принуждение, требование, чтобы розничные торговцы продавали хотя бы минимальный заданный объем продукции [1];

– плата за франшизу или двухставочное ценообразование, уплата фиксированной суммы за торговлю товаром производителя [1], [5, с. 196–197].

Установлено, что в экономической литературе выделяют следующие организационные формы вертикального ограничения конкуренции по степени устойчивости (таблица).

Организационные формы вертикального ограничения конкуренции [2, с. 136]

| Степень устойчивости (от неустойчивых к устойчивым) | Организационные формы |
|--|---|
| Соглашения | Долгосрочные соглашения о поставке |
| Участие в собственности | Участие в капитале, совместное управление, взаимное членство в советах директоров |
| Слияния и поглощения | Вертикальные концерны |

Определено также, что основными экономическими последствиями вертикальных соглашений являются:

- установление монопольных цен;
- установление непреодолимых барьеров входа на рынок;
- вытеснение конкурентов с рынка.

В конечном счете рынок сегментируется, и на каждом сегменте устанавливается власть одной организации – монополиста.

Схематично представим экономическую сущность вертикальных ограничений на рис. 1.



Рис. 1. Схематичное представление экономической сущности вертикальных ограничений

Примечание. Источник: разработка автора.

Таким образом, определено, что вертикальные ограничения представляют собой взаимные либо односторонние обязательства организаций, действующих на различных этапах последовательной цепочки создания ценности товара, по определению их ценового и неценового экономического поведения с целью максимизация прибыли, сохранения и/или увеличения рыночной власти либо снижения риска неопределенности.

Литература

1. Mathewson, G. F. An economic theory of vertical restraints / G. F. Mathewson, R. A. Winter // *Rand Journal of Economics*. – 1984. – Vol. 15. – P. 27–38.
2. Авдашева, С. Б. Теория организации отраслевых рынков : учебник / С. Б. Авдашева, Н. М. Розанова. – М. : Магистр, 1998. – 320 с.
3. Васильева, С. В. Экономика отраслевых рынков : учеб. пособие / С. В. Васильева, А. Г. Секисов. – Чита : ЧитГУ, 2011. – 125 с.
4. Ивановская, И. В. Факторы возникновения и устойчивости ценовых соглашений на рынке / И. В. Ивановская, Н. П. Драгун // *Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого*. – 2011. – № 3. – С. 82–95.
5. Кабраль, Л. М. Б. Организация отраслевых рынков. Вводный курс / Л. М. Б. Кабраль. – Минск : Новое знание, 2003. – 355 с.
6. Об утверждении Инструкции по выявлению и пресечению антиконкурентных соглашений (согласованных действий) о ценах : Постановление М-ва предпринимательства и инвестиций Респ. Беларусь от 28 апр. 2000 г. № 9 / Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=W20003470>. – Дата доступа: 24.01.2013.
7. О защите конкуренции : федер. Закон от 26 июля 2006 г. № 135-ФЗ (ред. от 18 июля 2011 г.) / Офиц. сайт компании «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=132761>. – Дата доступа: 21.02.2013.
8. О противодействии монополистической деятельности и развитии конкуренции : проект Закона Респ. Беларусь / Нац. прав. интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3941&p0=2012114001>. – Дата доступа: 12.02.2013.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д. С. Попов

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Легкая промышленность является одной из важнейших отраслей по производству потребительских товаров в промышленном комплексе Республики Беларусь, поэтому определение направлений ее развития имеет большое значение для повышения эффективности работы не только этой отрасли, но и народного хозяйства в целом.

В настоящее время в легкой промышленности функционирует 2250 организаций (включая субъекты малого предпринимательства) различной формы собственности и ведомственной подчиненности, из них в подсекции DB «Текстильное производство» – 2073, в подсекции DC «Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви» – 177 организаций. Среднесписочная численность работников легкой промышленности составляет 129,9 тыс. человек, из них в подсекции DB «Текстильное производство» – 112,4 тыс. человек, в подсекции DC «Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви» – 17,5 тыс. человек. В состав концерна «Беллепром» входит 110 предприятий, на которых заняты более 63 тыс. человек

Предприятия концерна производят широкий ассортимент продукции потребительского, производственно-технического и специального назначения. Наибольший удельный вес в общем объеме выпускаемой предприятиями концерна продукции занимает кожевенно-обувная отрасль – 33 %. Доля текстильной отрасли составляет 27,8 %. На швейные изделия приходится 21,8 %, на трикотажную продукцию – 16,8 %. Выпуск продукции легкой промышленности предприятиями концерна в общем объеме выпускаемой предприятиями легкой промышленности Республики Беларусь составляет 55,5 %.

Большинство крупных предприятий отрасли были созданы еще в советский период и ориентированы на удовлетворение союзных потребностей, что обуславливает несоответствие существующих масштабов и структуры их производства внутренним потребностям Республики Беларусь и соответствующего обеспечения необходимыми сырьем, энергетическими ресурсами и финансированием. Как следствие, промышленная политика для отрасли была направлена на сохранение потенциальных объемов производства (в частности, посредством загрузки действующих мощностей за счет переработки давальческого сырья), «точечном» технологическом обновлении существующих производственных фондов, расширение и обновление традиционного ассортимента, а также развитие собственных товаропроводящих сетей в целях активизации экспорта и сохранения позиций на внутреннем рынке страны. По этой причине производство в легкой промышленности в значительной степени сконцентрировано на крупных предприятиях.

По данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) легкая промышленность входит в состав ведущих мировых отраслей промышленного комплекса. По уровню потребления и объемам продаж продукции она на сегодняшний день опережает такие крупные производства, как машино- и автомобилестроение, ВПК, химическую промышленность и другие отрасли. При этом объем потребления товаров легкой промышленности растет более высокими темпами, чем прирост населения Земли. Учитывая значительную роль легкой промышленности в обеспечении экономической и стратегической безопасности, занятости трудоспособного населения и повышении его жизненного уровня в новых геополитических условиях, ведущие мировые страны уделяют особое внимание развитию отрасли и оказывают ей существенную инвестиционную поддержку (таблица).

Сравнительные показатели работы легкой промышленности отдельных стран в 2011 г.

| Страна | Годовой объем производства, млн дол. США | Численность работающих, млн чел. | Производство на 1 работающего, дол. США/чел. |
|---------------------|--|----------------------------------|--|
| Евросоюз | 307000 | 2,70 | 113703,7 |
| Германия | 24000 | 0,13 | 184615,4 |
| Китай | 497800 | 20,00 | 24890,0 |
| Индия | 45600 | 15,00 | 3040,0 |
| Россия | 7419 | 0,33 | 22204,5 |
| Беларусь | 1531 | 0,13 | 11962,3 |
| Концерн «Беллепром» | 1024 | 0,07 | 14858,6 |

Анализ современного состояния легкой промышленности Беларуси показал, что при наличии положительных тенденций в ее развитии остаются проблемы, негативно

влияющие на ее экономический рост и финансовую устойчивость. Основными системными проблемами, требующими скорейшего решения, являются:

- техническая и технологическая отсталость легкой промышленности от зарубежных стран, выражаемая в высокой материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости производства;

- низкий уровень инновационной и инвестиционной деятельности отрасли, выражаемый в слабой конкурентоспособности отечественных товаров, в низкой доле «ноу-хау» и инновационной продукции в объеме продаж на отечественном и мировом рынках;

- высокий удельный вес импорта, ставший причиной усиления стратегической и товарной зависимости государства от зарубежных стран;

- отсутствие цивилизованного рынка потребительских товаров, выражаемое в обострении конкуренции на внутреннем рынке между белорусскими и зарубежными товаропроизводителями;

- социальная и кадровая проблемы, проявляющиеся в дефиците высококвалифицированных специалистов, управленческих кадров, основных и вспомогательных рабочих по всем технологическим переделам.

В основном, эти проблемы связаны со структурными диспропорциями в легкой промышленности – несоответствием в настоящий момент масштаба и возможностей отрасли качественно удовлетворить растущий спрос на продукцию, приостановить критическое падение доли отечественных товаров на внутреннем рынке и предотвратить возникшую угрозу потери национальной безопасности страны. Изношенное и морально устаревшее оборудование неспособно не только производить современный ассортимент качественной продукции, но и создает неудовлетворительные условия труда, приводящие к повышенному производственному травматизму. В результате действия этого фактора удельная трудоемкость производства в отрасли в 3–5 раз выше, чем за рубежом.

Отсюда ключевая задача – ускоренная качественная модернизация отрасли и поддерживающих ее инфраструктур с использованием кластерных подходов, широкого применения лучших мировых и отечественных достижений в области техники и технологии текстильного, швейного, мехового и кожевенно-обувного производства, в том числе нанотехнологий и нанопродуктов. Анализ прогнозируемых социальных и экономических последствий реализации стратегии (рис. 1) показывает, что легкая промышленность способна внести существенный вклад в достижение стратегической цели Республики Беларусь «Обеспечение конкурентоспособности отечественной обрабатывающей промышленности» в результате решения тактических задач «Усиление конкурентных позиций национальных товаропроизводителей на внутреннем рынке» и «Продвижение товаров компаний на международные рынки».

На фоне тяжелого положения в легкой промышленности реализация стратегии становится еще более привлекательной, в том числе с точки зрения консолидации потенциала отрасли, ее возможности стать индустриально развитой, и способной вносить существенный вклад в внутренний валовой продукт страны, а также обеспечивать работой многие тысячи людей, рост благосостояния работающих, повышение стратегической и экономической безопасности страны. Активизация торговли между странами, вовлечение в международный товарооборот все новых государств и территорий изменяют мировой рынок и усиливают международную конкуренцию в сфере производства и насыщения рынка товарами повседневного спроса, продукцией технического назначения. Мировая легкая промышленность характеризуется постоянным экономическим ростом, связанным с увеличением населения Земли, по-

вышением его благосостояния и покупательной способности. Соответственно и мировой рынок продукции легкой промышленности развивается динамично.

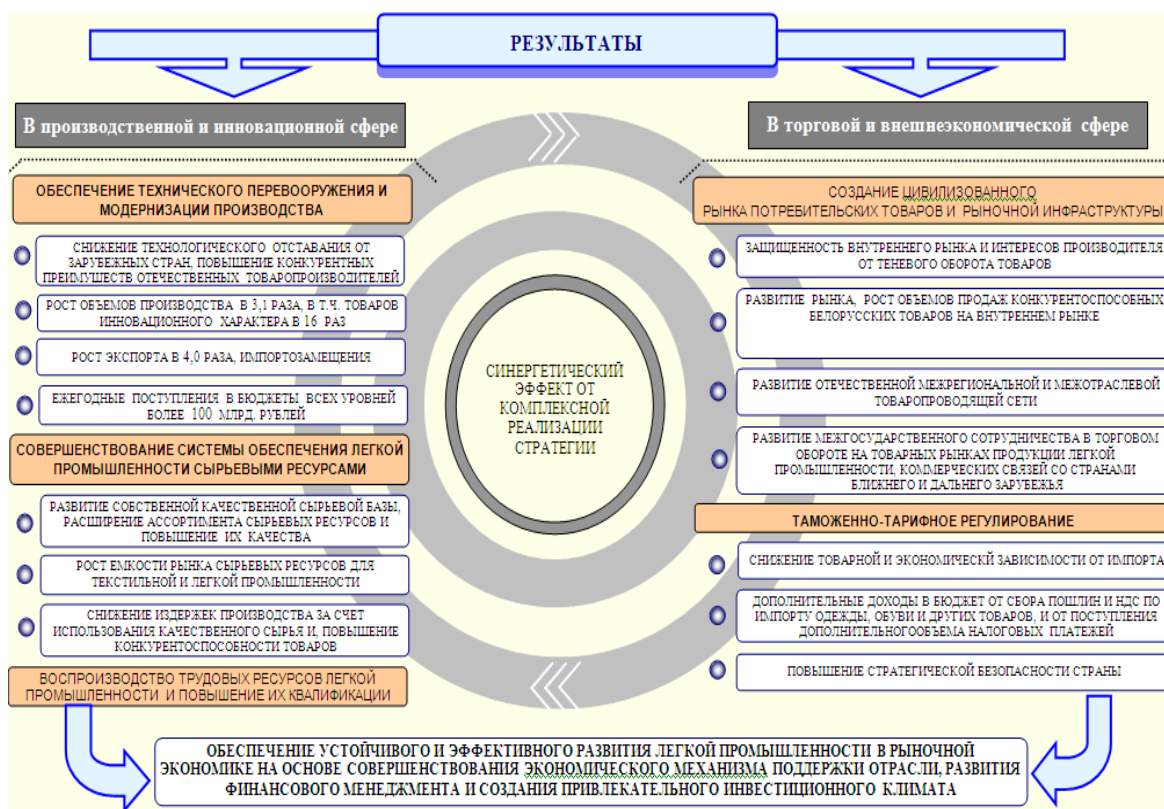


Рис. 1. Планируемые результаты комплексной реализации стратегии

В перспективе белорусская легкая промышленность должна стать своеобразным полигоном для внедрения инноваций, как за счет использования передовых зарубежных технологий, так и за счет внедрения отечественных разработок (в том числе нанотехнологий), что очень значимо для целого ряда отраслей промышленности.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОТПУСКНЫХ ЦЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Р-СРОЧНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ АННУИТЕТОВ

С. Л. Плесская

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

Научный руководитель И. В. Ивановская

В условиях роста инфляции снижения покупательной способности для многих предприятий актуальным стал вопрос приобретения товаров в кредит. С точки зрения многих покупателей наиболее предпочтительной формой кредитования может стать форма предоплаты или аннуитета.

Особенности использования расчета по модели аннуитетного платежа заключаются в том, что платежи производятся всегда равными суммами, а простота расчетов и моделирования способствуют быстрому внедрению данной методики в реальный сектор.

Кроме того, данная методика способствует покрытию ущерба предприятия, предоставляющего рассрочку, т. е. сумма аннуитетного платежа включает в себя основную долг и вознаграждение, но в то же время затраты заказчика значительно ниже, чем при кредитовании в банке.

R-срочная модель основана на динамической оценке и капитализации процента, что обычно используется в банковской сфере, но в данном случае предприятие само является кредитором.

При моделировании различных вариантов оплаты главными факторами являются банковская процентная ставка и срок предоставления рассрочки.

Аннуитеты определяются следующими характеристиками:

1. Члены аннуитета (CF) – размер отдельного платежа.
2. Период аннуитета – временной интервал между двумя последовательными сроками платежа.
3. Срок аннуитета (n) – время от начала первого периода ренты до конца последнего.
4. Процентная ставка (i).
5. Число платежей в году (p).
6. Способ и частота начисления процента (m).

Также стоит отметить следующие показатели:

- наращенная сумма потока – сумма всех членов потока платежей с начислением на них к концу срока процентов;
- текущая стоимость потока – сумма всех членов, дисконтированных на начальную дату этого потока или некоторый упреждающий момент времени.

Рассмотрим применение данной методики на примере изделия, выпускаемого заводом «Гидропривод»

Завод выпускает в продажу гидродроссель. Планово-экономический отдел рассчитал цену производителя на условиях EXW .

Цена на изделие по полной себестоимости составила 788 860 бел. р.

Предположим, что текущая ценовая политика предусматривает следующие виды цен: предоплата и помесечная рассрочка оплаты сроком на 3, 6, 9, 12, 18 месяцев в зависимости от договора между заказчиком поставщиком.

Рассчитаем отпускную цену обоих видов оплаты с учетом различных сроков погашения и различных процентных ставок.

Главным критерием для принятия ценового решения должна быть равная эффективность для завода при продаже в рассрочку и по предоплате. Это достигается при корректировке базового варианта на стоимость денег во времени. Другими словами, текущая стоимость потока платежей при продаже в рассрочку должна соответствовать цене по предоплате. Сама же цена в рассрочку будет представлять собой сумму номинальных ежемесячных платежей.

Определим цену по предоплате по следующей формуле:

$$\text{Цена}^{\text{НДС}} = \text{цена}^{\text{EXW}} \cdot (1 + \text{НДС}). \quad (1)$$

$$946\,632 = 788\,860(1 + 0,2).$$

Так как покупателям предоставляется рассрочка, то платежи должны осуществляться равными частями. В качестве процентной ставки (ставки дисконтирования) в данном случае целесообразно использовать ставку рефинансирования национального банка Республики Беларусь либо ставку по краткосрочным кредитам, установленную для предприятия обслуживающим банком. Так как у предприятия недостаточно

обратного капитала и оно вынуждено при продажах в рассрочку обращаться в банк за кредитами на пополнение оборотного капитала, целесообразно принять для расчетов именно ставку по кредитам. В настоящее время она составляет более 34 %.

Таким образом, величину периодического платежа в рассрочку можно определить следующим образом:

$$CF = \text{Цена}_{\text{НДС}} \cdot \frac{\frac{I}{P}}{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{i}{P}\right)^{P \cdot n}}}, \quad (2)$$

где i – процентная ставка; P – число платежей в году; n – срок аннуитета.

При предоставлении рассрочки на 3 месяца величина платежа будет равна:

$$334\,663 = 946\,623 \cdot \frac{36\% / 12}{1 - \left(1 / \left(1 + \frac{36\%}{12}\right)^{12 \cdot \left(\frac{3}{12}\right)}\right)}.$$

Последним этапом расчета станет определение цены в рассрочку как суммы периодических платежей. Расчет проведем по следующей формуле:

$$\text{Цена}_{\text{расср}} = CF \cdot p \cdot n. \quad (3)$$

$$1\,003\,989 = 334\,663 \cdot 12 \cdot \left(\frac{3}{12}\right).$$

Проведенные расчеты показывают, что при предоставлении рассрочки на изделия сроком на 3 месяца, под ставку – 36 %, покупатель переплачивает всего 4,2 %, что существенно ниже, чем предоставление аналогичной финансовой операции у банка.

В табл. 1 представлены расчеты по изделию на различные сроки рассрочки по ставке – 28 % годовых.

Таблица 1

Расчет цены на изделие по предоплате и в рассрочку при ставке процента – 28 %

| Показатели | Цена изделия в рассрочку в зависимости от периода | | | | |
|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 18 |
| Отпускная цена изделия (без НДС), р. | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 |
| Размер НДС | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % |
| Цена по предоплате, р. | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 |
| Ставка по кредитам банков | 28 % | 28 % | 28 % | 28 % | 28 % |
| Период платежа, месяцы | 3 | 6 | 9 | 12 | 18 |
| Величина периодического платежа в месяц, р. | 330 382,6 | 170 904,3 | 117 829,6 | 91 355,7 | 65 007,9 |
| Цена в рассрочку, р. | 991 147,8 | 1 025 425,7 | 1 060 466,4 | 1 096 267,9 | 1 170 142,6 |

Проведенные расчеты показывают тенденцию роста цены в рассрочку при изменении периода времени. При кредитовании на 18 месяцев сумма переплат является самой большой и составляет 17,8 % от стоимости изделия с НДС.

В течение текущего календарного года прогнозируется снижение процентной ставки до 20 % годовых. Разумеется, что снижение цены вследствие снижения процентной ставки выгодно для потребителя. Предположим, что процентная ставка по кредитам снижена и составляет 25 %. Отразим изменения в цене в табл. 2.

Таблица 2

**Расчет цены на изделие по предоплате и в рассрочку
при ставке процента – 25 %**

| Показатели | Цена изделия в рассрочку в зависимости от периода | | | | |
|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 18 |
| Отпускная цена изделия (без НДС), р. | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 | 788 860,0 |
| Размер НДС | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % |
| Цена по предоплате, р. | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 | 946 632,0 |
| Ставка по кредитам банков | 25 % | 25 % | 25 % | 25 % | 25 % |
| Период платежа, месяцы | 3 | 6 | 9 | 12 | 18 |
| Величина периодического платежа в месяц, р. | 328 782,0 | 169 473,8 | 116 438,8 | 89 971,9 | 63 605,9 |
| Цена в рассрочку, р. | 986 346,1 | 1 016 843,0 | 1 047 948,9 | 1 079 662,6 | 1 144 906,6 |

Представленные данные показывают существенную динамику снижения цены на продукцию, в том числе и снижение суммы переплат, которая в среднем стала меньше на 1,5 %.

Проведенные расчеты подтверждают, что ценовая политика предприятия зависит от множества факторов внешней среды, в частности, основополагающим фактором при использовании данного метода является управление процентной ставкой. Рост процентной ставки выгоден для предприятия, так как при предоставлении рассрочки предприятие получает больше прибыли на покрытие понесенных ею затрат за упущенные выгоды на доходы, которые завод мог бы получить.

Однако и снижение процентной ставки также будет выгодным для предприятия, так как небольшие проценты будут привлекательны для потребителей, что вызовет рост спроса на приобретение изделий в рассрочку, что будет способствовать сокращению периода дебиторской задолженности.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «8 МАРТА»)**

Н. В. Кончиц

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Повышение эффективности и интенсификации производства неразрывно связано с обеспечением более полного использования созданного производственного потенциала и, в первую очередь, производственных мощностей.

Производственная мощность является исходным пунктом планирования производственной программы предприятия. Она отражает потенциальные возможности объединений, предприятий, цехов по выпуску продукции. Определение величины производственной мощности занимает ведущее место в выявлении и оценке резервов производства.

В величине производственной мощности отражаются качественный состав, количество имеющегося в наличии оборудования и пропорциональность отдельных переделов, а степень ее использования характеризует экстенсивную и интенсивную реализацию возможностей основных фондов. В этой связи показатели использования производственной мощности являются одними из обобщающих показателей эффективности производства и напряженности плановых заданий производственных звеньев.

Производственная мощность зависит от состава всего имеющегося в наличии, закрепленного за предприятием оборудования, за исключением резервного, с учетом тех работ по модернизации, совершенствованию и пополнению оборудования, которые будут проведены в течение планового периода. Это повышает заинтересованность коллектива в установке и введении в действие всего имеющегося в наличии оборудования.

В расчет производственной мощности предприятия включается все оборудование основного производства за исключением (в пределах установленных нормативов) резервного оборудования и оборудования опытно-экспериментальных и специализированных участков для профессионально-технического обучения.

Оборудование основного производства, временно бездействующее вследствие неисправности, проведения ремонта, модернизации, недостаточной загрузки, а также оборудование, находящееся в процессе монтажа и на складе, предназначенное к вводу в действие в расчетном периоде, учитывается при расчете производственной мощности [3].

Оборудование, установленное во вспомогательных цехах и на участках сверх норматива, аналогичное (тождественное) оборудованию основных цехов, должно включаться в расчет мощности предприятия.

Внутрипроизводственные резервы улучшения использования действующих производственных мощностей подразделяются на экстенсивные и интенсивные.

К экстенсивным относятся резервы увеличения полезного времени работы оборудования в пределах режимного фонда. Они включают устранение внутрисменных и целодневных простоев оборудования, а также сокращение продолжительности плановых ремонтов.

Группа интенсивных резервов включает в себя мероприятия по более полной загрузке оборудования в единицу времени, повышение квалификации рабочих и на этой основе более полное использование производительности машин, увеличение выпуска годной продукции и т. п.

Нами был проведен анализ использования оборудования, который представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Анализ использования вязально-трикотажного оборудования

| Показатели | Значения | | | Темп роста, % | |
|---------------------------------------|----------|---------|---------|---------------|---------------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2011/2010 гг. | 2012/2011 гг. |
| Плановый фонд рабочего времени, м/с/ч | 9191,7 | 14226,7 | 14975,9 | 154,8 | 105,3 |

Окончание табл. 1

| Показатели | Значения | | | Темп роста, % | |
|--|----------|----------|----------|---------------|---------------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2011/2010 гг. | 2012/2011 гг. |
| Фактический фонд рабочего времени, м/с/ч | 4565,8 | 5219,3 | 7012,7 | 114,3 | 134,4 |
| Процент использования | 49,7 | 36,7 | 46,8 | 73,8 | 127,5 |
| Выпуск, кг | 605356,2 | 744049,7 | 986564,1 | 122,9 | 132,6 |
| Производительность, кг/ч | 8,3 | 9 | 10,3 | 108,4 | 114,4 |

На основании данных табл. 1 можно сделать следующие выводы:

1. Плановый фонд рабочего времени в 2011 г. увеличился на 54,8 %, а в 2012 г. – на 5,3 % по сравнению с предыдущим годом.
2. Фактический фонд рабочего времени в 2011 г. увеличился на 14,3 %, а в 2012 г. – на 34,4 % по сравнению с предыдущим годом.
3. Процент использования вязально-трикотажного оборудования в 2011 г. по сравнению с 2010 г. снизился на 26,2 %, а в 2012 г. по сравнению с 2011 г., наоборот, увеличился на 27,5 %.
4. Производительность в 2011 г. возросла на 8,4 %, а в 2012 году – на 14,4 % по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 2

Анализ использования чулочного оборудования

| Показатели | Значения | | | Темп роста, % | |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|---------------|---------------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2011/2010 гг. | 2012/2011 гг. |
| Плановый фонд рабочего времени, ч | 1019,4 | 1193,7 | 1322,6 | 117,1 | 110,8 |
| Фактический фонд рабочего времени, ч | 461,9 | 577,8 | 720,7 | 125,1 | 124,7 |
| Процент использования | 45,3 | 48,4 | 54,5 | 106,8 | 112,6 |
| Выпуск, пар | 3658537 | 4565583 | 5353071 | 124,8 | 117,2 |
| Производительность, пар/ч | 7,9 | 7,9 | 7,4 | 100 | 93,7 |

На основании данных табл. 2 можно сделать следующие выводы:

1. Плановый фонд рабочего времени в 2011 г. увеличился на 17,1 %, а в 2012 г. – на 10,8 % по сравнению с предыдущим годом.
2. Фактический фонд рабочего времени в 2011 г. увеличился на 25,1 %, а в 2012 г. – на 24,7 %.
3. Процент использования чулочного оборудования в 2011 г. по сравнению с 2010 г. увеличился на 6,8 %, а в 2012 г. по сравнению с 2011 г. – на 12,6 %.
4. Производительность в 2011 г. по сравнению с 2010 г. осталась неизменной, а в 2012 г. по сравнению с 2011 г. снизилась на 6,3 %.

Поскольку процент использования оборудования невысокий, то необходимо увеличить время его работы.

Основными путями улучшения использования оборудования являются:

1. Сокращение затрат основного времени на единицу продукции.
2. Сокращение затрат вспомогательного времени.
3. Сокращение потерь времени работы оборудования и времени излишней непроизводительной загрузки.

Важнейшие средства реализации этих путей на предприятиях – внедрение новой техники и технологии, модернизация действующего оборудования и совершенствование организации труда и производства.

Важнейшими направлениями увеличения времени работы оборудования являются:

1) сокращение и ликвидация внутрисменных простоев оборудования путем повышения качества ремонтного обслуживания оборудования, своевременного обеспечения основного производства сырьем, материалами, топливом, полуфабрикатами, обеспечения производства рабочей силой;

2) сокращение целодневных простоев оборудования.

Увеличение времени работы оборудования достигается за счет:

1) постоянного поддержания пропорциональности между производственными мощностями отдельных групп оборудования на каждом производственном участке, между цехами предприятия в целом, между отдельными производствами внутри каждой отрасли промышленности, между темпами и пропорциями развития отраслей промышленности и всего народного хозяйства;

2) улучшения ухода за основными фондами, соблюдения предусмотренной технологии производства, совершенствования организации производства и труда, что способствует правильной эксплуатации оборудования, недопущению простоев и аварий, осуществлению своевременного и качественного ремонта, сокращающего простой оборудования в ремонте и увеличивающего межремонтный период.

Известно, что на предприятиях кроме действующих станков, машин и агрегатов часть оборудования находится в ремонте и резерве, а часть – на складе. Своевременный монтаж неустановленного оборудования, а также ввод в действие всего установленного оборудования за исключением части, находящейся в плановом резерве и ремонте, значительно улучшает использование основных фондов.

Л и т е р а т у р а

1. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности : учебник / Н. А. Русак [и др.] ; под общ. ред. В. И. Стражева. – Минск : Выш. шк., 1998. – 398 с.
2. Хрипач, В. Я. Экономика предприятия / В. Я. Хрипач, Г. З. Суша, Г. К. Оноприенко ; под ред. В. Я. Хрипача. – Минск : Экономпресс, 2000. – 464 с.
3. Основные положения по расчету производственных мощностей действующих предприятий, производственных объединений (комбинатов) : утв. Госпланом СССР и ЦСУ СССР от 8 дек. 1983.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СБОРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В СТРАНАХ СНГ

П. В. Тиличенко

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

Научный руководитель Г. М. Лыч

Докризисный 2008 г. стал своего рода «пиковым» в развитии отрасли сельскохозяйственного машиностроения. Впрочем, эта тенденция была присуща и некото-

рым другим промышленным отраслям. Рост по предприятиям сельскохозяйственного машиностроения в странах СНГ составил в среднем 20–25 % – невиданные доселе цифры! Платежеспособный спрос на сельскохозяйственную технику, а, следовательно, и объемы реализации продукции предприятий, ее производящих, достигли своего максимума за период новейшей истории.

Однако в 2009 г. ситуация кардинально изменилась. Мировой финансовый кризис оказал негативное влияние на экономику основных рынков сбыта белорусской сельскохозяйственной техники – страны СНГ (до 80 % экспортных поставок белорусской сельскохозяйственной техники).

Правительства стран СНГ всячески пытались защитить свой внутренний рынок, поддержать отечественных производителей в сложные кризисные времена. Так, в Российской Федерации были приняты меры по ограничению закупки зарубежной сельскохозяйственной техники, в том числе белорусской, и поддержке отечественного производства – введена таможенная пошлина при импорте сельскохозяйственной техники в размере 15 % от ее стоимости и отменено региональное субсидирование приобретения импортной техники.

Поддержка собственного производителя и недостаточные объемы финансирования приобретения сельскохозяйственной техники в странах СНГ привели к сокращению покупательской способности потребителей сельскохозяйственной техники и, как следствие, к падению объемов продаж у белорусских производителей сельскохозяйственной техники.

Тем не менее, потеря рынков стран СНГ и, тем более, рынка Российской Федерации, являющегося наиболее емким и перспективным, была бы для белорусских сельскохозяйственных машиностроителей сродни провалу. Поэтому с целью сохранения достигнутых позиций на рынках стран СНГ белорусские производители сельскохозяйственной техники обратились к мировой практике организации продаж – созданию и развитию сборочных производств (СП) за рубежом.

Продукция, изготовленная на сборочных производствах в странах СНГ, получила статус «отечественной», что позволяло задействовать бюджетные финансовые ресурсы этих стран для ее реализации конечным потребителям, участвовать в государственных закупках.

При создании сборочного производства определяющим являлось соглашение с администрацией региона о включении техники совместного производства в региональные программы поддержки сельского хозяйства, а также наличие уже действующего промышленного предприятия. Наличие производственных мощностей, оборудования, зданий и сооружений, а также обученного персонала, существующих каналов сбыта, позволяло белорусским производителям минимизировать затраты на создание сборочных производств.

Постепенно доля комбайнов, выпускаемых на сборочных производствах, в общем объеме экспортных поставок сельскохозяйственной техники в страны СНГ составила около 80 %, тракторов – около 50 %. Организовано около 10 сборочных производств зерно-, кормоуборочных комбайнов ПО «Гомсельмаш» и около 10 сборочных производств тракторов ПО «МТЗ» в странах СНГ.

Организация сборочных производств сельскохозяйственной техники в странах СНГ позволяла белорусским сельскохозяйственным машиностроителям:

– во-первых, устанавливать более конкурентоспособные цены на технику сборочных производств за счет более низких налоговых и таможенных платежей при поставке машинокомплектов комбайнов (тракторокомплектов), а не готовых машин, и постепенного увеличения уровня локализации производства в стране экспорта;

– во-вторых, включать собранную на СП технику в государственные и местные программы финансирования, т. е. участвовать в программах регионального субсидирования приобретения техники СП.

Отсюда напрашивается вывод, что организация сборочных производств сельскохозяйственной техники носила, в первую очередь, стратегический характер, позволив белорусским предприятиям сельскохозяйственного машиностроения не только сохранить свои позиции на рынках стран СНГ, но и укрепить их постепенным наращиванием объемов продаж.

Но была ли эта стратегия экономически оправданной, эффективной? Это мы и постараемся выяснить.

При оценке эффективности мы будем оперировать определенными количественными параметрами – объемами реализации, долями белорусских предприятий на рынках стран СНГ. Динамика объема продаж – это индикатор положения предприятия на рынке, его доли и тенденций изменения.

Что касается Российской Федерации, то за анализируемый период поставки зерноуборочных комбайнов и тракторов увеличились примерно в 2,5 раза. Доля продаж белорусских зерноуборочных комбайнов на российском рынке выросла с 16,9 % в 2009 г. до 25,7 % в 2012 г., по тракторам – с 70,0 до 82,5 % соответственно (рис. 1).

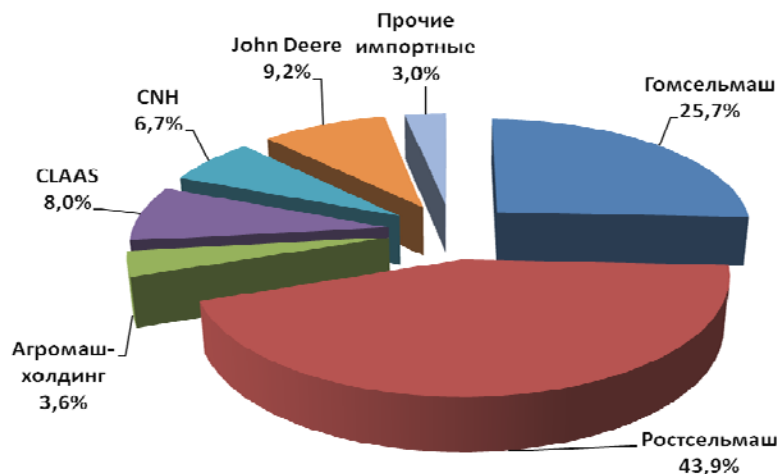


Рис. 1. Доля объемов продаж зерноуборочных комбайнов мировыми производителями в Российской Федерации в 2012 г.

В 2008 г., организовав сборочное производство зерноуборочных комбайнов в Республике Казахстан, ПО «Гомсельмаш» практически с нуля освоило казахстанский рынок, доведя долю продаж белорусских зерноуборочных комбайнов на казахстанском рынке до 36,2 % в 2012 г. по сравнению с 8,3 % в 2009 г. ПО «МТЗ», в свою очередь, увеличило долю продаж тракторов на рынке Казахстана до 83,2 % в 2012 г. (в 2009 г. – 60,0 %) (рис. 2).

Получив возможность (через созданные СП в Республике Казахстан) участвовать в государственных закупках техники, ПО «Гомсельмаш» и ПО «МТЗ» добились лидирующих позиций в сегментах зерноуборочной и тракторной техники этой страны.

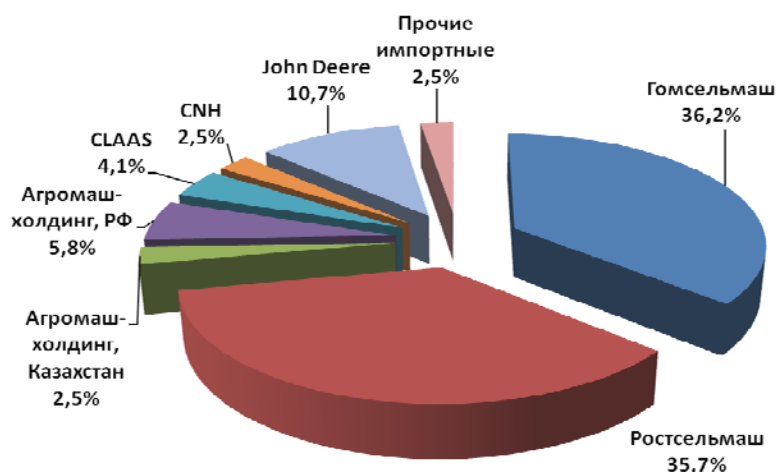


Рис. 2. Доля объемов продаж зерноуборочных комбайнов мировыми производителями в Республике Казахстан в 2012 г.

Противоположная ситуация наблюдалась в странах СНГ, в которых отсутствовали в кризисный период сборочные производства белорусской сельскохозяйственной техники. Например, в Украине, где отсутствие СП негативным образом сказалось на объемах продаж белорусской техники в эту страну. В 2009 г. по комбайнам и тракторам объемы продаж сократились более чем на 60,0 %, что привело к потере части рынка белорусскими сельскохозяйственными машиностроителями. Но уже в следующем 2010 г. с организацией белорусско-украинских СП ситуация улучшилась и в настоящее время доля продаж ПО «Гомсельмаш» на украинском рынке составляет около 24,5 %, ПО «МТЗ» – около 45,0 % (рис. 3).

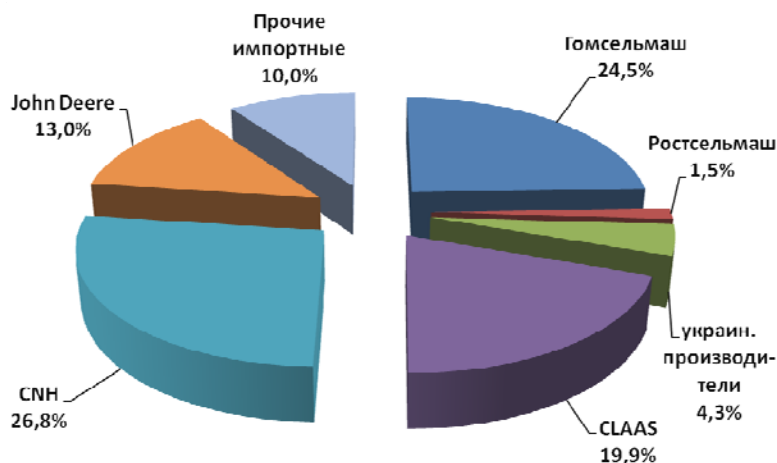


Рис. 3. Доля объемов продаж зерноуборочных комбайнов мировыми производителями в Украине в 2012 г.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно констатировать, что организация сборочных производств белорусской сельскохозяйственной техники в странах СНГ в кризисный период являлась экономически обоснованным стратегическим решением в сложившейся ситуации на мировом рынке сельскохозяйственной техники.

МЕХАНИЗМЫ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Тычкова

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Работа белорусских предприятий в рыночных условиях, усиление конкурентной борьбы, возникновение кризисных ситуаций и рост количества банкротств вызывают необходимость придания традиционным приемам и методам управления антикризисного характера.

Суть такого управления выражается в возможности предвидения ускорения, замедления и смягчения кризиса, возможности управлять процессами выхода из кризиса с уменьшением негативных последствий. Управление в условиях кризиса требует особых подходов и введения специфических механизмов планирования, организации, мотивации, анализа и контроля. Признаки кризиса в деятельности предприятия обнаруживаются, прежде всего, в показателях финансовой устойчивости. В современных посткризисных условиях финансовая устойчивость является одним из основных элементов гарантированного выживания предприятия и основой стабильности его положения.

Управление финансовой устойчивостью предприятия в качестве естественных элементов современного менеджмента в настоящее время приобретает ярко выраженную актуальность. Процесс управления финансовой устойчивостью предприятия условно можно разделить на три этапа:

1. Устранение неплатежеспособности предприятия.
2. Восстановление финансовой устойчивости.
3. Обеспечение финансового равновесия в длительном периоде.

На первом этапе определяется необходимость сокращения размеров как текущих потребностей (вызывающих соответствующие финансовые обязательства), так и отдельных видов ликвидных активов (с целью их срочной конверсии в денежную форму). Это возможно за счет использования следующих механизмов:

- ускорения инкассации дебиторской задолженности;
- снижения периода предоставления товарного (коммерческого) кредита;
- снижения размера страховых запасов товарно-материальных ценностей;
- уценки трудноликвидных видов запасов товарно-материальных ценностей до уровня цены спроса с обеспечением последующей их реализаций;
- ускоренной продажи неиспользуемого оборудования по ценам спроса на соответствующем рынке;
- аренды оборудования, ранее намечаемого к приобретению в процессе обновления основных средств, и др.;

- пролонгации краткосрочных финансовых кредитов;
- увеличения периода предоставляемого поставщиками товарного кредита и др.

Цель данного этапа финансовой стабилизации считается достигнутой, если устранена текущая неплатежеспособность предприятия, т. е. объем поступления денежных средств превысил объем неотложных финансовых обязательств в краткосрочном периоде. Это означает, что угроза банкротства предприятия в текущем отрезке времени ликвидирована, хотя и носит, как правило, отложенный характер.

На этапе восстановления финансовой устойчивости в действие вступают инструменты финансового и хозяйственного анализа. Это необходимо для устранения

причин, из-за которых появилась неплатежеспособность. Если мы быстро не определим и не устраним причины неплатежеспособности предприятия, очень скоро оно опять окажется в той же ситуации, но уже без активов, которые можно продать для высвобождения денежных средств.

Восстановление финансовой устойчивости на втором этапе должно сопровождаться мероприятиями как по обеспечению прироста собственных финансовых ресурсов, так и по сокращению необходимого объема их потребления. Прежде всего, это:

1. Остановка нерентабельных производств. Если материальные активы нерентабельного производства не удалось продать на первом этапе программы стабилизации, такое производство нужно заморозить (остановить) для того, чтобы остановить отток денег из оборота предприятия на его поддержание и тем самым исключить дальнейшие убытки. Остановка производства – единственный выход из такой ситуации. Обычно предприятия не хотят останавливать производство, это психологический момент, который трудно преодолеть. Для того чтобы не останавливать производство некоторые руководители снижают цену на продукцию ниже себестоимости и продолжают выпуск. Естественно, что при таком подходе к реализации предприятие не стабилизирует деятельность, а очень быстро скатывается к банкротству. Предприятия также могут эксплуатировать вынуждено в том случае, если нет денег на консервацию. В этом случае необходимо остановить предприятие без консервации.

2. Выведение из состава предприятия затратных объектов. Все объекты, которые не удалось быстро продать, необходимо вывести из активов предприятия и снять все издержки, связанные с обслуживанием таких объектов. Лучше всего передать такие объекты в аренду или учредить дочерние предприятия на самокупаемости, без какого-либо финансирования.

3. Уменьшение текущей финансовой потребности, т. е. реструктуризация долговых обязательств. С некоторыми кредиторами можно договориться об изменении схемы погашения долговых обязательств (увеличение сроков погашения, погашение долгов продукцией или активами). Взаимозачеты также являются распространенным методом реструктуризации задолженности. В процессе анализа дебиторской и кредиторской задолженностей зачастую выясняется, что предприятие имеет долговые обязательства перед компанией, к которой у него есть также встречные требования. В такой ситуации предприятие может зачесть обе суммы. Более того, взаимозачет может быть осуществлен в одностороннем порядке путем уведомления второй стороны (желательно в письменном виде и с подтверждением доставки письма). Предприятие также может попытаться выкупить долги кредитора у третьей стороны со значительной скидкой, после чего произвести взаимозачет на полную сумму.

4. Выкуп долговых обязательств с дисконтом – одна из наиболее желательных мер. Кризисное состояние предприятия-должника обесценивает его долги, поэтому и возникает возможность выкупить их со значительным дисконтом. Тонкость данного решения в рамках стабилизационной программы заключается в условиях, на которых можно провести выкуп.

5. Конвертация долгов в уставный капитал – крайне «болезненный» шаг. Она может быть осуществлена как путем расширения уставного фонда (при отсутствии формальных ограничений), так и через уступку собственниками предприятия части своей доли (пакета акций). Строго регламентированных методов принятия такого решения нет, все определяется во время переговоров с кредиторами.

6. Форвардные контракты на поставку продукции предприятия по фиксированной цене могут стать еще одним способом реструктуризации долгов. Если кредитор заинтересован в данной продукции, ему можно предложить засчитать долг предпри-

ятия перед ним в качестве аванса на долгосрочные поставки продукции. При этом контрактная цена не должна быть ниже некоторой прогнозируемой себестоимости продукции.

7. Совершенствование организации труда и оптимизация численности занятых на предприятии. В период кризиса при запуске стабилизационной программы уменьшение затрат и экономия средств становятся основной целью, поэтому сокращение персонала в таких условиях – острая необходимость.

8. Передача на аутсорсинг дорогостоящих процессов. Следует оценить, какие компоненты выгодно производить самостоятельно, а какие дешевле закупать у других производителей.

Цель этого этапа считается достигнутой, если предприятие вышло на рубеж финансового равновесия, предусматриваемый целевыми показателями финансовой структуры капитала и обеспечивающий его финансовую устойчивость.

Стратегический механизм стабилизации на третьем этапе представляет систему мер, направленных на поддержание достигнутого финансового равновесия предприятия в длительном периоде. Этот механизм базируется на использовании модели устойчивого экономического роста предприятия, обеспечиваемого основными параметрами его стратегии.

Таким образом, несмотря на то, что для всех предприятий причины возникновения финансового кризиса индивидуальны, можно сгруппировать все механизмы управления финансовой устойчивостью в следующие группы:

- 1) снижение затрат на производство и реализацию продукции;
- 2) стимулирование продаж;
- 3) оптимизация денежных потоков;
- 4) работа с дебиторами и реформирование политики коммерческого кредитования;
- 5) реструктуризация кредиторской задолженности.

Сущность финансовой устойчивости и платежеспособности определяется эффективным формированием, распределением и использованием финансовых ресурсов. Недостаточная финансовая устойчивость может привести к неплатежеспособности предприятия и отсутствию средств для развития производства, а избыточная – препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами.

Следует заметить, что чрезмерная финансовая устойчивость, вызванная низким объемом обязательств, при наличии значительных ликвидных активов является серьезной проблемой для любого предприятия. Как правило, сопровождается свертыванием бизнеса из-за недостаточности объемов финансирования для дальнейшего формирования и потенциальными потерями прибыли в результате избытка ликвидных активов, которые обычно низко доходные или вообще не приносят дохода. В этом случае надлежит предусматривать привлечение заемного капитала, в том числе на основе коммерческого кредитования.

Таким образом, выбор механизмов управления финансовой устойчивостью предприятия призван стабилизировать финансовое состояние предприятия путем соответствующих преобразований важнейших параметров его финансовой структуры – структуры капитала, структуры активов, структуры денежных потоков, структуры источников формирования финансовых ресурсов, структуры инвестиционного портфеля и др.

Следовательно, финансовой устойчивостью предприятия можно управлять путем проведения комплекса мероприятий, направленных на укрепление позиции

предприятия в производственной сфере в целом. Управление финансовой устойчивостью предприятия может осуществляться двумя методами:

- Первый – последовательной коррекцией структуры источников финансирования в сторону увеличения более устойчивых и снижения самых краткосрочных, в частности, кредиторской задолженности.
- Второй – посредством снижения надобности в финансовых источниках за счет ликвидации неработающих активов и форсирования оборачиваемости работающих.

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ И АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ГОМСЕЛЬМАШ» ЗА 2006–2010 ГОДЫ

Н. В. Евсеенко

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Проводя анализ социально-экономической деятельности ПО «Гомсельмаш» за период 2006–2010 гг. можно отметить следующее: темп роста объема выпускаемой продукции в 2010 г. к уровню 2005 г. составил 245,3 %. Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006–2010 гг. (далее – Программа) было доведено 143–151 % [1]. Темп роста экспорта выпускаемой продукции за пятилетку составил 619,6 %, при доведенном Программой показателе – 155–162 %. Темп роста инвестиций в основной капитал составил 685,1 %, при доведенном уровне – 171,1–182,6 %. Рентабельность реализованной продукции ежегодно обеспечивалась выше доводимого правительством Республики Беларусь уровня.

По результатам работы ПО «Гомсельмаш» за 2011 г. все основные целевые показатели социально-экономического развития также выполнены. Темп роста экспорта составил 130,1 %, что позволило обеспечить положительное сальдо внешнеэкономической деятельности – 65,5 млн дол. США, при доведенном сальдо – 46,0 млн дол. США. Удельный вес экспорта в объеме реализации на сторону составил 69,3 %. Продажа комбайнов ПО «Гомсельмаш» на экспорт позволила обеспечить прирост производства на 11,9 %, темп роста производительности труда – 113,0 % (доведено 110,0 %). Рентабельность продаж составила 13,2 %, при доведенной рентабельности продаж – 5,4 %.

Выпуск зерно- и кормоуборочной техники с учетом машинокомплектов по итогам работы за 2011 г. по ПО «Гомсельмаш» составил 74,8 %. Предприятие способно производить до 5000 зерноуборочных и 1000 кормоуборочных комбайнов в год.

ПО «Гомсельмаш» планомерно наращивает объемы экспорта. За период 2006–2011 гг. достигнут объем экспорта в размере 1080,7 млн дол. США. Анализ темпов продаж представлен в таблице.

Анализ темпов продаж зерноуборочных комбайнов за период 2009–2011 гг.

| Производитель | Единица измерения | Годы | | |
|---|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 |
| ПО «Гомсельмаш», Республика Беларусь (совместные предприятия и производства в России) | шт. | 1004 | 1070 | 1858 |
| | темп, % | 123 | 107 | 174 |
| ОАО «Ростсельмаш», Российская Федерация | шт. | 2 825 | 1 905 | 2 713 |
| | темп, % | 74 | 67 | 142 |

Окончание

| Производитель | Ед. изм. | Годы | | |
|---|----------|------|------|------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 |
| ОАО «Агромашхолдинг», Российская Федерация | шт. | 986 | 306 | 299 |
| | темп, % | 51 | 31 | 98 |
| Фирма «Claas», Германия | шт. | 358 | 267 | 382 |
| | темп, % | 36 | 75 | 143 |
| Фирма «Case-New Holland», Италия | шт. | 258 | 339 | 278 |
| | темп, % | 50 | 131 | 82 |
| Компания «John Deere», США | шт. | 211 | 132 | 182 |
| | темп, % | 56 | 63 | 138 |

Достигнутая зерноуборочной техникой ПО «Гомсельмаш» в 2010–2011 гг. средняя наработка на отказ II второй группы сложности – более 100 ч удовлетворяет требованиям потребителей и требованиям стандарта надежности СТБ 1616–2011 «Показатели надежности. Техника сельскохозяйственная» [2]. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, мониторинга работы зерноуборочных комбайнов всех моделей в Республике Беларусь в сезоне 2010 г. надежность парка зерноуборочных комбайнов ПО «Гомсельмаш» соответствовала техническим условиям и не уступала импортным комбайнам. Введенные в эксплуатацию в 2011 г. зерноуборочные комбайны КЗС1218 имели среднюю наработку на отказ – 149 ч.

Проводя сравнительный анализ по таким машинам, как «Дон», «Енисей», «Jhon Deere», «Мега» фирмы «Claas», «Acros-530» и «Тогул», можно отметить следующее.

Нарботка на отказ II группы комбайнов «Дон», «Енисей», выпускавшихся в СССР, составляла около 50 ч. Испытанный в 2000 г. в Кубанском НИИТИМ зерноуборочный комбайн «9500» («Jhon Deere») имел наработку на отказ II группы 128 ч. В течение шести сезонов Кубанский НИИТИМ обобщал информацию о работе группы из семи комбайнов модели «9500» компании «John Deere». Нарботки на отказ уменьшались от 140–169 ч в начальный период эксплуатации до 50 ч за весь срок наблюдения. Результаты проведенного специалистами Центральной МИС (Российская Федерация) обследования работы зерноуборочных комбайнов «Мега» фирмы «Claas» в Тульской области показали, что наработка на отказ в МТС колебалась от 120 до 240 ч, а в отдельных передовых хозяйствах («Новая жизнь», «Откормочное») – от 47 до 74 ч.

Для зерноуборочных комбайнов «Acros-530» и «Тогул» (ООО «Завод «Ростсельмаш») действующими техническими условиями установлены показатели наработки на отказ II группы – 80 ч. После 2003 г. в Республике Беларусь и Российской Федерации испытания импортных комбайнов по программе СТО АиСТ 10 8.22–2003, принятой для отечественных зерноуборочных комбайнов, не проводятся. Это не позволяет получить объективные данные по надежности импортных аналогов.

По данным немецкого сельскохозяйственного журнала «Profi», обследованные кормоуборочные комбайны «Jaguar-800» фирмы «Claas», «6050/7000» компании «Jhon Deere», «BiG X» фирмы «Krone» в среднем за сезон эксплуатации имеют по 0,8–1,45 отказа на машину, что сопоставимо со средним уровнем (1,2 отказа за сезон) парка из 124 кормоуборочных комбайнов «Палессе» КВК-800-36 2011 г. выпуска.

В Украине в 2011 г. работало 1329 комбайнов ПО «Гомсельмаш», на них зафиксировано 900 отказов, что составляет 0,68 отказа на одну машину, что соответствует стандарту СТБ 1616–2011 и требованиям технических условий.

В уборочном сезоне 2011 г. на базе Государственной зерновой кампании Украины участвовали комбайны КЗС-812 в количестве 206 ед., КЗС-1218 в количестве 260 ед., «Агрос 530» – 41 ед. Количество отказов на одну единицу техники для зерноуборочного комбайна «Агрос 530» составило 2,39.

Данная информация говорит о достаточном уровне эксплуатационной надежности машин ПО «Гомсельмаш» и подтверждает достаточно высокий уровень качества и надежность выпускаемой техники.

На ПО «Гомсельмаш» начато поэтапное внедрение актуальных для производства сельскохозяйственных машин положений системы отбора поставщиков, изложенных в стандарте СТБ ИСО/ТУ 16949–2006 «Системы менеджмента качества. Частные требования по применению СТБ ИСО 9001–2001 для автопроизводителей и их поставщиков» [3]. Внедрение этих стандартов позволит производить отбор поставщиков (в том числе и отечественных) по критерию гарантии поставки качественных, надежных комплектующих изделий.

В целом, на покупные изделия приходится до 70 % отказов сельскохозяйственных машин. Всего ПО «Гомсельмаш» для серийных изделий приобретает 4424 наименований покупных изделий у 290 поставщиков. На большинство покупных изделий у предприятия имеется по двое и более поставщиков, что создает предпосылки для конкуренции, в том числе и по качеству. С целью снижения импорта и улучшения загрузки отечественных предприятий в объединении ведется постоянная системная работа по импортозамещению.

Для организации гарантийного и сервисного обслуживания техники ПО «Гомсельмаш», создана товаропроводящая сеть (дилерские центры) [4].

На дилерские центры кроме реализации техники возложены функции по предпродажной подготовке и ремонту в гарантийный срок эксплуатации сельскохозяйственной техники производства ПО «Гомсельмаш» на закрепленной территории, а также по обеспечению жизненного цикла техники производства ПО «Гомсельмаш» в послегарантийный период.

Для эффективного продвижения техники ПО «Гомсельмаш» на рынки продаж других стран создаются совместные производства. Так, уже несколько лет успешно функционирует ЗАО СП «Брянксельмаш» в Российской Федерации, с 2010 г. налажена работа на СП «ХарбинДунцзин» в Китайской Народной Республике.

В объединении созданы мощности практически по всем технологическим переделам: литье чугунное, стальное, цветное, лазерная резка, холодная штамповка, горячая штамповка, механическая обработка, термообработка, окраска, гальванопокрытия, сборка, включая испытания, сварка, деревообработка.

За последнее время коренным образом модернизированы мощности литейного, термического производств, холодно-листовой штамповки, развивались и наращивались мощности лазерной резки.

В итоге можно отметить, что ПО «Гомсельмаш» динамично развивается, имеет положительную динамику производственно-хозяйственной деятельности предприятия по всем направлениям.

Литература

1. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы : Указ Президента Респ. Беларусь от 11 апр. 2011 г. № 136. – Режим доступа: www.economy.gov.by.

2. Стандарт предприятия СТБ 1616–2011 «Показатели надежности. Техника сельскохозяйственная».
3. Стандарт предприятия СТБ ИСО/ТУ 16949–2006 «Системы менеджмента качества. Частные требования по применению СТБ ИСО 9001–2001 для автопроизводителей и их поставщиков».
4. Качество продукции, испытания, сертификация. Терминология : справ. пособие. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – Вып. 3. – 144 с.

ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «МОЗЫРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»)

В. С. Хмелевская

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Модернизация промышленного производства является одной из наиболее актуальных и сложных проблем белорусской экономики. Она самым тесным образом связана с повышением эффективности производства, технологическим обновлением, что позволит укрепить конкурентоспособность, превратить белорусскую экономику в высокотехнологичную. Модернизация промышленного производства представляет собой многогранный процесс нововведений комплексного характера, осуществляемых субъектами экономики, что обеспечивает переход промышленного производства на новый уровень [1].

Динамичное развитие промышленности невозможно без внедрения инновационных технологий, проектов и освоения конкурентоспособной продукции. Более того, рыночная конкуренция, поддерживаемая быстрой сменяемостью производственных технологий и усиливающаяся в условиях глобализации экономики, предъявляет повышенные требования к процессам своевременного обновления технологического оборудования в промышленности. При этом решение проблем функционирования отечественных предприятий в динамичной конкурентной среде осложнено доминированием зарубежных технологий и оборудования в целом ряде отраслей [2].

Анализ состояния промышленного комплекса показывает, что в настоящее время основными проблемами ее развития являются неустойчивость, замедление темпов роста в предыдущие годы, снижение важнейших показателей эффективности производства, медленное улучшение структуры промышленного производства и экспорта, достаточно высокий физический и моральный износ основных производственных фондов, высокий уровень затрат ресурсов. Основным же фактором, сдерживающим рост промышленного производства и позитивные структурные сдвиги, является низкая конкурентоспособность отечественной продукции.

В связи с выявленными негативными тенденциями первоочередные меры необходимо направить на совершенствование деятельности предприятий промышленного комплекса путем проведения модернизации производства.

Для определения целесообразности проведения модернизации на промышленных предприятиях нами был применен практико-ориентированный подход, который заключается в разработке программы модернизации для одного из предприятий машиностроительной отрасли.

В качестве объекта исследования было выбрано открытое акционерное общество (ОАО) «Мозырский машиностроительный завод».

Результатом исследования явилась разработка комплексной программы модернизации действующих и создания новых высокопроизводительных рабочих мест на 2013–2015 гг. ОАО «Мозырский машиностроительный завод», которая направлена на повышение эффективности производства, стабильности финансового положения и наращивания масштабов производства, внедрение прогрессивных энергосберегающих технологий, обеспечивающих повышение качества и ценовой конкурентоспособности выпускаемой продукции, реальный рост доходов и социальной защищенности трудового коллектива.

Программа сформирована, исходя из необходимости повышения технического уровня и эффективности производства, посредством поэтапного проведения технического перевооружения, а также освоения производства гусеничных тракторов «Беларус» 1502/2103 и их модификаций.

При формировании программы учитывалось состояние основных производственных фондов. По состоянию на 2012 г. износ зданий и сооружений составлял 49,6 %, оборудования и транспортных средств – 80,1 %. Приведенные данные показывают, что в целом по предприятию уровень износа оборудования, а также зданий и сооружений достаточно высок. Очень остро стоят вопросы обновления технологического оборудования, а также проведения капитальных ремонтов в цехах и приведения рабочих мест в соответствие с санитарными нормами. Проведя анализ затрат на производство продукции, энергоэффективности производства, затрат на содержание и ремонт, планом модернизации определены приоритетные направления повышения эффективности производства.

Цель программы – увеличение следующих показателей (таблица).

Показатели эффективности производства

| Показатель | | Единица измерения | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. |
|--|--------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Валовая добавленная стоимость на одного занятого | Индикативный | млн р./тыс. дол. США | 180,8/20,2 | 223,5/24,7 | 266,9/29,3 |
| | Прогноз | США | 122,5/13,7 | 138,9/15,4 | 194,4/21,3 |
| Выручка на одного занятого | Индикативный | млн р./тыс. дол. США | 527,1/58,9 | 642,5/71,0 | 756,1/83,0 |
| | Прогноз | США | 297,1/33,2 | 314,9/34,8 | 369,0/40,5 |
| Среднемесячная заработная плата | Индикативный | тыс. р. | 5084 | 6335 | 8308 |
| | Прогноз | | 4015 | 4416 | 6010 |

Основными направлениями модернизации предприятия являются: выпуск новой продукции и продукции с улучшенными характеристиками; повышение эффективности парка технологического оборудования; сокращение трудоемкости производственных процессов и, как следствие, оптимизация численности операционного персонала; сокращение длительности производственного цикла изготовления продукции; сокращение потерь (производительных и непроизводительных); сокращение себестоимости изделия (за счет применения прогрессивных технологий, материалов, экономии энерго- и трудовых ресурсов).

Модернизация, проводимая на ОАО «Мозырский машиностроительный завод», позволит улучшить показатели деятельности предприятия следующим образом:

– объем производства (в фактических ценах) увеличится с 200,6 млрд р., достигнутого в 2012 г., до 365,6 млрд р. – в 2015 г.;

– темп роста производительности труда по валовой добавленной стоимости в фактических ценах составит 123,4 и 139,9 % в 2013 и 2015 гг. соответственно;

– выручка от реализации продукции (с налогами) прогнозируется в размере 246,6 млрд р. в 2013 г., 267,4 млрд р. в 2014 г. и 313,2 млрд р. в 2015 г.;

– выручка от реализации на одного среднесписочного работника планируется в размере 297,1 млн р. (33,2 тыс. дол. США) в 2013 г., 314,9 млн р. (34,8 тыс. дол. США) в 2014 г. и 369,0 млн р. (40,5 тыс. дол. США) в 2015 г.;

– динамика валовой добавленной стоимости на одного среднесписочного работника будет выглядеть следующим образом: 122,5 млн р. (13,7 тыс. дол. США), 138,9 млн р. (15,4 тыс. дол. США), 194,4 млн р. (21,3 тыс. дол. США) в 2013, 2014, 2015 гг. соответственно.

В рамках реализации программы (2013–2015 гг.) планируется модернизация 17 рабочих мест и создание 25 новых высокопроизводительных рабочих мест.

Номинальная среднемесячная заработная плата увеличится с 3352 тыс. р. в 2012 г. до 6010 тыс. р. в 2015 г.

Соотношение темпа роста производительности труда к темпу роста среднемесячной заработной платы планируется на уровне 103 % на протяжении 2013–2015 гг.

Ожидаемый объем инвестиций в основной капитал за период реализации программы (2013–2015 гг.) достигнет значения 76,0 млрд р.

В рамках комплексной программы модернизации действующих и создания новых высокопроизводительных рабочих мест на 2013–2015 гг. будет реализовываться инвестиционный проект «Организация производства и реализации гусеничных тракторов ОАО «Мозырский машиностроительный завод» на 2010–2017 гг.».

Введение нового высокопроизводительного оборудования в эксплуатацию позволит:

– снизить потребление воды на 3 000 л/год;

– снизить потребление электрической энергии на 864 тыс. кВт · ч/год.

Капитальный ремонт и реконструкция цехов позволит:

– снизить потребление топлива на 127 т у. т./год;

– снизить потребление электрической энергии на 60,8 тыс. кВт · ч/год.

Модернизация участков позволит:

– снизить потребление топлива на 40 т у. т./год.

Внедрение энергосберегающих технологий позволит:

– снизить потребление электрической энергии на 362 тыс. кВт · ч/год;

– снизить потребление воды на 20 000 л/год.

Газификация завода позволит:

– снизить потребление топлива на 905,6 т у. т./год;

– потребление воды на 28 000 л/год.

Таким образом, реализация запланированных мероприятий по интенсификации производства позволит улучшить технико-экономические показатели предприятия, увеличить выпуск конкурентоспособной и импортозамещающей продукции, улучшить экологическую обстановку на предприятии, улучшить условия труда и обеспечить рост заработной платы работников.

При этом целевой задачей является формирование условий для создания новых высокоэффективных производств с уровнем производительности труда, соответствующим мировым аналогам. Для этого предприятию потребуется эффективно использовать ограниченные финансовые ресурсы на модернизацию.

Литература

1. Волчков, В. Модернизация производств расширит рынки сбыта / В. Волчков // Республика. – 2013. – № 19. – С. 2.
2. Громов, М. Инновации и модернизация – слово и дело: ориентиры развитых стран и опыт практической реализации отечественной ОЭЗ / М. Громов // Междунар. экономика. – 2011. – № 3. – С. 11–17.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ РИСКОВ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

М. Н. Крупейченко

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Республика Беларусь реализует модель социально ориентированной рыночной экономики, которая доказала свою жизнеспособность. На ее основе достигнуты высокие темпы роста валового внутреннего продукта и уровня жизни белорусского народа в целом, обеспечена экономическая безопасность. Вместе с тем белорусская экономика остается одной из наиболее затратных в Европе и в силу своего открытого характера подвержена сильному негативному влиянию внешних факторов.

В настоящее время к одним из основных реально существующим угрозам национальной безопасности Республики Беларусь относятся недостаточные объемы и низкое качество иностранных инвестиций, снижение научно-технологического и образовательного потенциала до уровня, не способного обеспечить инновационное развитие, а также неблагоприятные условия для привлечения иностранных инвестиций и кредитов в экономику страны. Между тем инвестиции определяют будущее страны в целом и являются локомотивом в развитии экономики. В современных условиях формирование каждым предприятием собственной инвестиционной политики – процесс объективно необходимый, развивающийся в соответствии с характерными для него обстоятельствами и играющий исключительно важную роль в его финансово-хозяйственной деятельности. Однако в настоящее время осуществление эффективной инвестиционной политики невозможно без четкого обоснования инвестиционных решений.

Рассмотрение любого инвестиционного проекта требует всестороннего анализа и оценки. Инвестиционный проект, прежде всего, оценивается с точки зрения его технической выполнимости, экологической безопасности, экономической эффективности. Оценивая эффективность инвестиционного проекта, следует учитывать, что его реализация осуществляется в условиях действия факторов риска и неопределенности. Под неопределенностью понимается неполнота или неточность информации об условиях реализации проекта, в том числе о связанных с ним затратах и результатах. Неопределенность, обусловленная возможностью возникновения в ходе реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий, характеризуется понятием риска. Факторы риска и неопределенности подлежат учету в расчетах эффективности, если при возможных условиях реализации затраты и результаты по проекту различны. При оценке проектов наиболее существенными представляются следующие виды неопределенностей и инвестиционных рисков: **риск нестабильности экономического законодательства, внешнеэкономический риск** (возможность введения ограничений на торговлю и поставки, закрытия границ), **неопределенность политической ситуации, колебания рыночной конъюнктуры**.

Выбор наилучшей стратегии в условиях неопределенности осуществляется на основе критериев оценки решений, принимаемых в условиях неопределенности и риска.

Разработкой рекомендаций для выбора наилучшего варианта действий в условиях неопределенности занимается теория статистических решений. Эта математическая теория рассматривает «игры» с природой, в которых под природой понима-

ются объективные обстоятельства, внешняя среда. Считается, что природа сознательно не противодействует «игроку». Условие задачи представлено на рис. 1 в виде матрицы выигрышей (a_{ji}) – «игры» с природой.

| | | | | |
|------------------|----------|----------|-----|----------|
| $x \backslash S$ | S_1 | S_2 | ... | S_n |
| x_1 | a_{11} | a_{12} | | a_{1n} |
| x_2 | a_{21} | a_{22} | | a_{2n} |
| ... | ... | | | |
| x_m | a_{m1} | a_{m1} | | a_{mn} |

Рис. 1. Матрица игры $m \times n$

В матрице игры $m \times n$ приняты следующие основные обозначения: x_j – стратегия сознательного игрока, $j = \overline{1, m}$; S_i – состояние природы, $i = \overline{1, n}$; a_{ji} – выигрыш сознательно-го игрока при использовании им стратегии x_j , если состояние природы будет S_i .

Рассмотрим наиболее популярные критерии обоснования решений в условиях неопределенности.

1. **Критерий Вальда** (максимальный критерий, критерий крайнего пессимизма). Данный критерий ориентируется на худшее состояние внешней среды и рекомендует выбор стратегии с максимальным гарантированным выигрышем в таких условиях:

$$K_B = \max_{x_j} \min_{S_i} a_{ji}. \quad (1)$$

2. **Критерий Сэвиджа** (критерий минимаксного риска). Этот критерий ориентируется на самую неблагоприятную обстановку и рекомендует выбор стратегии с минимальным риском:

$$K_C = \max_{x_j} \min_{S_i} r_{ji}. \quad (2)$$

Для использования данного критерия необходимо перейти от матрицы выигрышей к матрице рисков. Риск (r_{ji}) – разность между выигрышем, который игрок получил бы, если бы он знал, что состоянием природы будет состояние S_i , и выигрышем, который игрок получит, не имея этой информации при использовании стратегии x_j :

$$r_{ji} = \beta_i - a_{ji}, \quad \beta_i = \max_{x_i} a_{ji}, \quad (3)$$

(при заданном i).

В отличие от критерия Вальда ориентирован не столько на минимизацию потерь, сколько на минимизацию сожалений по поводу упущенной прибыли.

3. **Критерий Гурвица** (компромиссный критерий). Этот критерий учитывает индивидуальные предпочтения сознательного игрока к пессимизму и оптимизму. Для его использования необходимо задать значение коэффициента пессимизма α , $\alpha \in [0, 1]$:

$$K_r = \max_{x_j} \left[\alpha \min_{S_i} a_{ji} + (1 - \alpha) \max_{S_i} a_{ji} \right]. \quad (4)$$

Данный критерий устанавливает баланс между критерием Вальда и критерием Сэвиджа посредством выпуклой линейной комбинации. При использовании этого метода из всего множества ожидаемых сценариев развития событий в инвестиционном процессе выбираются два, при которых инвестиционный проект достигает минимальной и максимальной эффективности.

По определению риск инвестиционного проекта выражается в отклонении потока денежных средств для данного проекта от ожидаемого. Чем отклонение больше, тем проект считается более рискованным. Рассмотрим некоторые методы, при помощи которых можно оценить риск проекта.

Метод корректировки нормы дисконта. Согласно Правилам по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов, утвержденным Постановлением Министерства экономики Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 158, в зависимости от того, каким методом учитывается неопределенность условий реализации проекта, в необходимых случаях может учитываться надбавка за риск, которая добавляется к ставке дисконтирования для безрисковых вложений. В общем виде коэффициент дисконтирования (D_{cp}) рассчитывается, исходя из средневзвешенной нормы дисконта с учетом структуры капитала:

$$D_{cp} = (P_{ск} \cdot СК + P_{зк} \cdot ЗК) / 100, \quad (5)$$

где $P_{ск}$ – процентная ставка на собственные средства; $СК$ – доля собственных средств в общем объеме инвестиционных затрат; $P_{зк}$ – процентная ставка по кредиту; $ЗК$ – доля кредита в общем объеме инвестиционных затрат.

Данная норма дисконта, не включающая поправки на риск, основывается на доходности альтернативных безрисковых направлений инвестирования.

Имитационная модель оценки риска (метод Монте-Карло). Суть этого метода заключается в нижеследующем. На основе экспертной оценки по каждому проекту строят три возможных варианта развития: наихудший, наиболее реальный, оптимистичный. Для каждого варианта рассчитывается соответствующий показатель чистого дисконтированного дохода (NPV), т. е. получают три величины: NPV_n (для наихудшего варианта), NPV_p (для наиболее реального), NPV_o (для оптимистичного). Для каждого проекта рассчитывается размах вариации (R_{NPV}) – наибольшее изменение NPV : $R_{NPV} = NPV_o - NPV_n$ и среднее квадратическое отклонение по формуле

$$\delta_{NPV} = \sqrt{\sum_1^3 (NPV_i - \overline{NPV})^2 \cdot p_i}, \quad (6)$$

где NPV_i – приведенная чистая стоимость каждого из рассматриваемых проектов; \overline{NPV} – среднее значение, взвешенное по присвоенным вероятностям p_i :

$$\overline{NPV} = \sum_1^3 NPV_i \cdot p_i. \quad (7)$$

Из рассматриваемых проектов более рискованным считается тот, у которого больше вариационный размах или среднее квадратическое отклонение. Однако размах вариации и среднее квадратическое отклонение могут служить критериями выбора рискованного варианта в случае равенства среднеожидаемых значений NPV . Для каждого проекта рассчитывается коэффициент вариации:

$$K_v = \frac{\delta_{NPV}}{NPV} \cdot 100 \% . \quad (8)$$

Из рассматриваемых проектов более рискованным считается тот, у которого больше коэффициент вариации.

Для борьбы с риском существуют следующие методы, используемые на инвестиционной фазе проекта: распределение риска между участниками проекта; страхование; резервирование средств на покрытие непредвиденных расходов.

Практически **распределение риска** реализуется в процессе подготовки плана проекта и контрактных документов. При этом следует помнить, что чем большую степень риска участники проекта собираются возложить на инвесторов, тем труднее будет найти инвесторов. Поэтому участники проекта должны в процессе переговоров с инвестором проявлять максимальную гибкость относительно того, какую долю риска они согласны брать на себя. **Страхование риска** есть по существу передача определенных рисков страховой компании. Обычно это осуществляется с помощью имущественного страхования и страхования от несчастных случаев. **Резервирование средств** на покрытие непредвиденных расходов представляет собой способ борьбы с риском, предусматривающий установление соотношения между потенциальными рисками, влияющими на стоимость проекта и размеров расходов, необходимых для преодоления сбоев в выполнении проектов.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ: ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

М. В. Липень

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

Научный руководитель А. М. Бондарева

Идея человеческого капитала зародилась в трудах родоначальника политической экономии Уильяма Петти (1623–1687), который в изданной в 1676 г. «Политической арифметике» впервые исчислил величину стоимости населения Англии, оценив его в 417 млн фунтов стерлингов, в то время как вещественное богатство – только в 250 млн. Впервые таким образом был сделан акцент внимание на то, что богатство наций – в их населении. Дальнейшее развитие этой теории в трудах классиков находим в работе «Исследование о природе и причинах богатства народов» (1776 г.) Адама Смита (1723–1790). По мнению А. Смита, воспитание и образование способствуют развитию и спецификации особенностей каждого индивидуума. Если человек правильно понял свое предназначение, то он начинает специализироваться в той области, которая приносит ему наибольший доход, поскольку обладает в ней сравнительными преимуществами. Разделение труда углубляет и закрепляет эту спецификацию.

Как самостоятельный раздел экономического анализа теория человеческого капитала сформировалась на рубеже 50–60-х гг. XX в. Заслуга ее выдвижения принадлежит известному американскому экономисту, лауреату Нобелевской премии Т. Шульцу, а базовая теоретическая модель была разработана в книге Г. Беккера «Человеческий капитал» (1964 г.). Эта книга стала основой для всех последующих исследований в данной области и была признана классикой современной экономической науки.

Развитие теории человеческого капитала долгое время происходило в рамках неоклассического направления, наталкиваясь на ограниченность методологии неоклассицизма. В последние десятилетия исходный для неоклассиков принцип опти-

мизирующего поведения индивидуума начал распространяться на различные сферы внеэкономической деятельности человека. Понятия и методы экономического анализа стали применяться для изучения таких внеэкономических, социальных явлений и институтов, как образование, здравоохранение, миграция, брак и семья, преступность, расовая дискриминация и т. д. В настоящее время теория человеческого капитала занимает свое отдельное место в системе экономического знания, используется для анализа проблем демографии и экономического роста.

Под человеческим капиталом понимается воплощенный в человеке запас способностей, знаний, навыков и мотиваций. В составе человеческого капитала можно выделить следующие элементы, представленные на рис. 1.

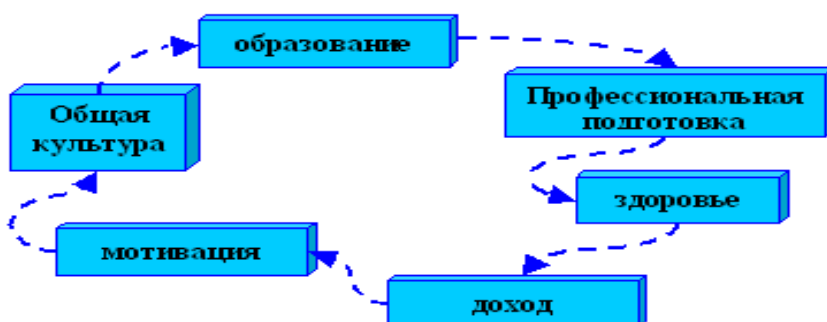


Рис. 1. Элементы человеческого капитала

Формирование человеческого капитала подобно накоплению физического или финансового капитала требует отвлечения средств от текущего потребления ради получения дополнительных доходов в будущем. К важнейшим видам инвестиций в человеческий капитал относят авансирование стоимости в образование, воспитание, здоровье, получение квалификации (специальности, позволяющей «специализироваться», по Смигу – извлекать выгоду из этой самой специализации), в подготовку на производстве, в возможность миграции рабочих сил, в рождение и воспитание детей и т. д.

В приведенной ниже таблице представлено описание элементов рассматриваемой категории и взаимосвязь между ними.

Модель структуры человеческого капитала

| Человеческий капитал | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|
| Образование | Здоровье | Профессиональная подготовка | Мотивация | Общая культура | Доход |
| Знания: общеобразовательные, специальные | Физическое: возраст, наследственность, условия окружающей среды, условия труда. Моральные: морально-психологический климат в коллективе, семье и т. п. | Специализация, квалификация, навыки, опыт | К обучению, к экономической и трудовой деятельности | Интеллект, индивидуальные качества, воспитание, моральные принципы | Все возможные виды дохода от использования человеческого капитала |

Наиболее продуктивной представляется точка зрения, различающая человеческий капитал как запас, и как поток доходов. Человеческий капитал как запас – это имеющийся у человека запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые содействуют росту его производительности труда и влияют на рост доходов (т. е. это природные способности, общая культура, знания общие и специальные, приобретенные способности, навыки, опыт, умение их применять в нужный момент и в нужном месте) [3, с. 130].

Человеческий капитал как поток доходов означает то, что вложения в него становятся важным активом, обеспечивающим более высокий поток доходов на протяжении всей жизни человека [3, с. 131].

Полной аналогии между человеческим и другими видами капитала нет и быть не может. Во-первых, в современном обществе достаточно давно сам человек не является объектом купли-продажи. На рынке труда формируются только цены фактора «труд» как способности к труду. Во-вторых, человеческий капитал способен влиять на эффективность как экономической, так и неэкономической деятельности. В-третьих, доход от использования человеческого капитала может принимать превращенные формы – денежные и неденежные. В-четвертых, потребительские аспекты вложений в человека оказываются не менее важны, чем производственные.

Тем не менее в главном человеческий капитал подобен физическому: он представляет собой благо длительного пользования, требует расходов на восстановление и содержание, может морально устаревать еще до того, как произойдет его физический износ.

Особое место в теории человеческого капитала занимает исследование внутренних норм отдачи. Анализ проводится по аналогии с нормой прибыли на капитал и позволяет оценивать эффективность инвестиций в человеческий капитал, прежде всего, в образование и получение специальности. Общеизвестным является представление о том, что при вложении средств в образование обучающиеся и их родители ведут себя как рационально действующие субъекты, сопоставляя соответствующие издержки и выгоды. Подобно предпринимателям они сравнивают ожидаемую предельную норму отдачи от вложений в образование, в получение специальности с доходностью возможных альтернативных инвестиций (с процентами по банковским депозитам, дивидендами по ценным бумагам и другими потенциальными доходами от альтернативных вложений). Там, где норма доходности выше, туда и будут направлены ресурсы. Если ожидаемый доход от полученного образования выше, то средства будут направлены именно в эту отрасль, если ниже – то прежнего авансирования не приходится ожидать.

Нормы отдачи от такого рода вложений выступают как регулятор распределения инвестиций между различными типами, видами, уровнями образования, а также между системой образования в целом и остальной экономикой. Высокие нормы отдачи свидетельствуют о недостатке инвестиций, низкие – об избытке их.

Следует различать частные и общественные нормы отдачи. Первые измеряют эффективность вложений с точки зрения отдельных инвесторов, вторые – с точки зрения всего общества.

Существует несколько подходов к расчету норм отдачи от использования человеческого капитала. Один из них основан на сопоставлении выгод и издержек в разных поведенческих вариантах. Например, доход от высшего образования можно представить как разность между полученными за всю жизнь доходами тех, кто окончили университет, и тех, кто окончил только среднюю школу. По неоклассической традиции в состав издержек помимо прямых расходов на обучение включаются не-

полученные за годы учебы заработки. По некоторым оценкам, они составляют до 70 % суммарных издержек на обучение. Внутренняя норма отдачи будет представлять собой такую ставку дисконта, при которой приведенные величины выгод и издержек образования окажутся равны [1, с. 2].

В развитых странах существует устойчивая зависимость между уровнем образования и доходом, получаемым в течение всей жизни. Абсолютный разрыв в приведенном нами примере составляет почти 1 млн дол. США [3, с. 130].

В пользу эффективности вложений в человеческий капитал свидетельствуют сопоставления уровней рентабельности человеческого и физического капитала. Рентабельность начального образования оценивается до 100 %, высшего – до 15 %. Столь высокие уровни рентабельности встречаются в реальном производстве крайне редко. Некоторое падение уровня рентабельности получения высшего образования свидетельствует о чрезмерном инвестировании домохозяйствами данной сферы.

Таким образом, современная теория человеческого капитала содержит подробное описание его сущностных сторон и особенностей функционирования, что делает возможным использование ее положений для исследования проблем экономического роста и демографических проблем.

Литература

1. Капелюшников, Р. И. Теория человеческого капитала / Р. И. Капелюшников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.libertarium.ru/10624](http://www.libertarium.ru/10624).
2. Лавровская, О. Б. Социально значимые и прикладные направления исследований в области человеческого капитала в современной белорусской экономической науке / О. Б. Лавровская [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://media.miu.by>.
3. Нуреев, Р. М. Экономика развития: модели становления и модернизации рыночной экономики / Р. М. Нуреев [Электронный ресурс]. – Москва, 2008. – Режим доступа: <http://gustempnureev.ru/wp-content/uploads>.
4. Чубрик, А. Отдача на образование и оценка человеческого капитала в Беларуси / А. Чубрик, Г. Шиманович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.research.by>.

ПРОБЛЕМЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МОЛОДЕЖИ НА РЫНКЕ ТРУДА

И. Л. Будькова, А. В. Саранчук

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

Научный руководитель А. М. Бондарева

Молодежь как особая социально-демографическая группа населения характеризуется, в первую очередь, тем, что находится на стадии трудового и социального самоопределения, еще не сформировалась как субъект трудовой деятельности и предрасположена к постоянной смене трудовых функций [4].

Конкурентоспособность рабочей силы выступает как категория, характеризующая потенциальные возможности человека в реализации себя как субъекта трудовых отношений и включает два уровня:

- 1) совокупность качеств, характеризующих способности индивида к труду вообще, т. е. физические и интеллектуальные способности;
- 2) умение человека находить рабочее место, доказать работодателю свои преимущества перед другими кандидатами.

Первый уровень характеризуется конкретными качествами. Конкурентоспособным в определенной области деятельности является специалист, обладающий:

1) профессиональной компетентностью на уровне, достаточном для решения профессиональных задач (уровень образования, опыт работы, уровень профессиональных знаний);

2) набором специальных личностных качеств специалиста. К ним относятся активность, деловитость, трудолюбие, целеустремленность, общительность, обязательность, дисциплинированность, контактность, инициативность, уверенность, мобильность, лидерство, внимательность, самостоятельность [1], [7].

Второй уровень конкурентоспособности современного специалиста – умение находить рабочее место и убедить работодателя в своих преимуществах перед другими кандидатами. Здесь речь идет о самомаркетинге специалиста.

Самомаркетинг в теоретическом плане выражает общественные связи и действия работника на рынке труда, связанные с удовлетворением его потребностей в подходящем рабочем месте. Специалист при этой системе рассматривается как активная личность, умеющая быстро приспосабливаться к изменяющимся условиям жизни, обладающая стремлением к поиску нового и способностью находить оптимальные решения проблемы трудоустройства.

В экономической литературе отражена информация о возможных этапах самомаркетинга. Во-первых, необходимо определить свои цели в поисках работы и цену труда данной специализации и квалификации. Во-вторых, довести информацию до потенциальных работодателей о себе. В-третьих, в соответствии с канонами пройти собеседование. В-четвертых, получив приглашение на работу, сделать все необходимое, чтобы закрепиться и сделать карьеру. Каждый из этих этапов – отдельная проблема, успешному решению которой нужно учиться.

Именно поэтому большое значение в развитии конкурентоспособности молодежи на рынке труда принадлежит раннему, целенаправленному формированию деловой репутации выпускников вузов. Под деловой репутацией следует понимать мнение о профессионально важных и личностных качествах молодых специалистов, сформированное вузом, работодателем, студенческим коллективом, профессиональными сообществами, общественными организациями и другими заинтересованными лицами в ходе обучения студентов и их практической подготовки, опирающееся на научно обоснованную методику оценки.

Некоторые вузы России внедряют такую практику, когда студенты, начиная с младших курсов, ведут дела под названием «Моя деловая репутация», в которых концентрируется информация об их достижениях в учебе, практической подготовке, научной деятельности, общественно значимой работе. Такие наработки выступают своего рода не только документальным подтверждением качеств молодого специалиста, но и дисциплинируют его в ходе обучения, стимулируют его к совершенствованию своих деловых качеств.

Следует отметить такую особенность, что конкурентоспособность молодых работников на рынке труда неоднородна, т. е.:

1) в возрасте до 18 лет – начальный этап адаптации к трудовой деятельности; как правило, молодые люди не имеют специальности; трудоустройство осуществляется в административном порядке через квоты и иные меры социальной поддержки молодежи;

2) 19–21-летние, как правило, имеют среднее образование и профессию; если специальность оказывается невостребованной, встает вопрос профессионального переобучения, что экономически нерационально, так как после окончания обучения должен наступить период отдачи от вложенных ресурсов;

3) молодежь 22–25 лет, впервые входящая на рынок труда, где значительную долю составляют выпускники высших учебных заведений.

4) 26–29 лет – первоначальное освоение специальности закончено, идет формирование квалифицированного специалиста [7].

По информации Министерства труда и социальной защиты Беларуси, доля молодежи в возрасте 15–29 лет в общей численности населения республики – менее 22 %. Молодежь составляет около 24 % от общей численности занятых в экономике и при этом наименее конкурентоспособна на рынке труда. Наибольший удельный вес молодежи от общей численности работающих отмечается в таких отраслях экономики, как общая коммерческая деятельность по обеспечению функционирования рынка, информационно-вычислительное обслуживание, торговля и общественное питание, финансы, кредит и страхование, строительство, культура. В то же время уменьшается доля молодежи в сфере образования [6].

В Беларуси снижается удельный вес молодежи в общей численности безработных. Если в январе–сентябре 2006 г. было зарегистрировано 73,6 тыс. безработных в возрасте 16–29 лет (48,2 % от общей численности зарегистрированных), то в аналогичном периоде 2012 г. – 58,5 тыс. человек (43 %). Статистика по итогам 2012 г. говорит о стабилизации доли молодежи в общем числе безработных на уровне 37,7 % [6].

Среди зарегистрированной безработной молодежи выпускники школ составили 4,3 %, ПТУ – 0,3, ССУЗов – 2,8, вузов – 1,6 %. Следует отметить, что молодежь быстрее трудоустраивается – об этом свидетельствует снижение продолжительности безработицы с четырех месяцев в 2006 г. до трех месяцев в 2012 г., а период трудоустройства снизился с 2,8 месяцев в 2006 г. до 1,3 месяцев в 2012 г. [6].

Хотя абсолютное число безработной молодежи на рынке труда невелико, однако доля безработной молодежи существенно больше доли молодых людей в структуре трудоспособного населения.

Основными причинами отказа в предоставлении работы молодым выступает недостаточность практических навыков, опыта работы. Это подчеркивает тот факт, что система взаимоотношений «вуз–работодатель» не получает широкого развития. Как отмечают специалисты, современная система образования в большей степени направлена на реализацию своих услуг, а не подготовку необходимых государству кадров.

Правительство страны предоставляет молодежи некоторые льготы в процессе трудоустройства, зафиксированные в Законе «О занятости населения Республики Беларусь». Так, для молодежи предусмотрены дополнительные гарантии занятости. Это бронирование рабочих мест для молодежи, впервые ищущей работу, в возрасте до 21 года; гарантия первого рабочего места выпускникам государственных профессиональных учебных заведений; преимущественное право при направлении на обучение, повышение квалификации по направлению службы занятости; трудоустройство на субсидированные временные рабочие места для получения навыков практической работы [3].

Косвенными мерами политики занятости, направленными на решение проблем занятости среди молодежи являются стимулирование развития предпринимательства, оказание социальной поддержки безработной молодежи, организация временной трудовой занятости молодежи в свободное от учебы время. Все эти вопросы решаются посредством реализации госпрограммы содействия занятости населения, в которой предусмотрены меры по обеспечению занятости молодежи [5].

И в официальных документах правительства, и в научных исследованиях экономистов формулируются причины тех негативных тенденций на рынке труда, которые, прежде всего, отражаются на положении молодежи. Во-первых, спрос на труд формируется в большей части в производственной сфере, в то время как молодежь предлагает свои способности чаще на рынке услуг. Во-вторых, существенными фак-

торами, влияющими на дисбаланс спроса и предложения на рынке труда, являются несогласованность рынка труда и рынка образовательных услуг, диспропорция в подготовке кадров по уровням образования, профессиям и специальностям. В-третьих, с одной стороны, система образования не в полной мере обеспечивает заявки нанимателей на подготовку кадров, с другой стороны, наниматели не могут определить и представить в учреждения образования сведения о перспективной потребности в кадрах. В-четвертых, при росте потребности в рабочих кадрах объемы подготовки по рабочим профессиям снижаются [2], [5]. В-пятых, существуют и субъективные факторы, как нежелание нанимателей нести издержки, связанные с дополнительным обучением молодых сотрудников и предоставление им льгот, предусмотренных законом, особенно, что касается молодых женщин фертильного возраста.

На 2013 г. прогнозируется не только традиционное сокращение численности трудовых ресурсов, но и увеличение числа безработных, связанное с необходимостью модернизации производства, сохранение региональных диспропорций в сфере занятости и низкой конкурентоспособности молодежи на рынке труда. Все это дает основания полагать, что проблема занятости молодых специалистов в ближайшей перспективе будет оставаться актуальной в общегосударственном масштабе.

Литература

1. Ажевская, Д. А. Самомаркетинг специалиста как его конкурентное преимущество на рынке труда / Д. А. Ажевская, А. О. Пучек, А. В. Михейчик // Человек, психология, экономика, право, управление: проблемы и перспективы : материалы XI междунар. науч. конф., Минск, 17 мая 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.miu.by/conferences/item.chperu/issue.xi/article.167.html>.
2. Дубовик, А. К. Рынок труда молодежи в Республике Беларусь: проблемы теории и практики / А. К. Дубовик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rep.bntu.by>.
3. О занятости населения Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pravo.by/webnpa/text.asp?RN.
4. Корнейченко, Н. В. Конкурентоспособность будущего специалиста в условиях рынка труда / Н. В. Корнейченко // Высш. образование сегодня. – 2008. – № 10. – С. 73.
5. Об утверждении Государственной программы содействия занятости населения Республики Беларусь на 2013 год : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 27 дек. 2012 г. № 1211 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0.
6. Рынок труда Республики Беларусь в 2012 году / М-во труда и социальной защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mintrud.gov.by.
7. Ханнанова, Т. Р. Развитие конкурентоспособности молодых специалистов на рынке труда / Т. Р. Ханнанова, З. Р. Исламова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://catalog-statei.ru/view_article.php?id=405.

Секция VI МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н. В. Турусова

Учреждение образования «Брянский государственный технический университет», Россия

Научный руководитель Е. Н. Скляр

В современных условиях инновационного развития экономики России отсутствие адекватного информационного обеспечения, неразвитость информационной инфраструктуры делает деятельность малых инновационных предприятий малоэффективной, создает барьеры для коммерциализации разработок. Малые инновационные предприятия, являясь исключительно важным и в тоже время самым уязвимым элементом национальной инновационной системы, занимают особое место на рынке инноваций, обусловленное гибкостью, инициативностью, мобильностью и адаптивностью деятельности предприятий [1].

Малое инновационное предприятие – это официально зарегистрированное хозяйственное общество, относящееся к категории малого предпринимательства по критериям, определенным федеральным законодательством Российской Федерации, осуществляющее деятельность в сфере коммерческих прикладных научных исследований, конструкторских разработок, производства инновационной продукции и внедрения технологий. Выделяют два вида малых инновационных предприятий (рис. 1).



Рис. 1. Виды малых инновационных предприятий и факторы, препятствующие их развитию

Развитию малого инновационного бизнеса в стране способствовало принятие законодательных актов Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности. Основной целью соответствующего закона является обеспечение внедрения в производство результатов научно-технической деятельности, права на которые принадлежат учреждениям науки и образования, поскольку созданы за счет бюджетных средств.

Деятельность малых инновационных предприятий связана с коммерциализацией их исследований и разработок, которая представляет собой процесс превращения результатов инновационной деятельности в товар и их реализацию на рынке инноваций и получение на основе этого процесса определенного дохода.

Для повышения эффективности работы малого инновационного предприятия необходима система информационного обеспечения его деятельности, в которой необходимо предусмотреть взаимное сочетание маркетинговых и современных информационных технологий, что позволит снизить риск и неопределенность при принятии решений относительно процессов коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности. Информационное обеспечение инновационной деятельности предприятия представляет собой совокупность информационных ресурсов и способов их организации, необходимых и пригодных для реализации аналитических процедур, обеспечивающих инновационный процесс [2].

Информационная среда является важнейшей частью процессов разработки и внедрения нововведений и требует для своего формирования и поддержания значительных усилий и ресурсов на всех стадиях инновационной деятельности.

В ходе исследования была проанализирована система информационного обеспечения деятельности малого инновационного предприятия ООО НПО «Электронтехника». В результате проделанной работы стало ясно, что для совершенствования информационного обеспечения на предприятии с целью повышения его конкурентоспособности фирме следует вести инфотеку, которая представляет собой систему источников информации, включающей в себя данные внутрифирменной отчетности, базу данных клиентов и конкурентов на электронных и бумажных носителях (табл. 1).

Таблица 1

**Источники информации, включаемой в инфотеку
ООО НПО «Электронтехника»**

| Тип информации | Источники получения информации |
|--|---|
| Внутрифирменная информация | Управленческая отчетность (отчетность об условиях и результатах деятельности структурных подразделений предприятия, отдельных направлениях его деятельности, а также результатах деятельности по регионам). Внутрифирменная отчетность (система взаимосвязанных экономических показателей, характеризующая результаты деятельности подразделений за определенный промежуток времени) |
| Информация о внешней (маркетинговой) среде предприятия | Выставочно-ярмарочные мероприятия. Электронные торговые площадки. Статистические сборники Госкомстата Российской Федерации и местных органов власти. Отраслевые периодические издания (журналы «Вопросы радиоэлектроники», «Электронная промышленность», отраслевой промышленный журнал «Вестснаб» и др.). |

Окончание табл. 1

| Тип информации | Источники получения информации |
|--|--|
| Информация о внешней (маркетинговой) среде предприятия | Специализированные издания инновационной сферы («Патентное дело», «Изобретение. Официальный бюллетень», «Товарные знаки. Знаки обслуживания»). Центры научно-технической информации |

Очевидно, что чем глубже информационная проработка на начальной стадии принятия решения об инновации, тем более обоснованное принимается решение и, как следствие, успешно проходит его реализация. Без должного информационного обеспечения успех нововведений бывает случайным, а в некоторых случаях недостаток определенных факторов вследствие недостаточной информированности является причиной отказа от инновации на более поздних стадиях ее реализации.

Для повышения эффективности управления инновациями и в дальнейшем для повышения конкурентоспособности предприятию предлагается создать три базы данных: по маркетинговой и научно-технической информации, а также центральную базу данных для облегчения доступа к данным и оптимизации процесса разработки инноваций (табл. 2).

Следует иметь в виду, что при создании баз данных происходит трансформация экспертного знания и фактического (книжного опыта) в поле знаний (т. е. в материализацию модели мира эксперта по знаниям).

Таблица 2

Информация, хранящаяся в базах данных

| База данных научно-технической информации | База данных маркетинговой информации | Центральная база данных |
|--|--|---|
| Каталогизация печатных публикаций для быстрого поиска. Составление каталога внутренней технической информации. Каталог интернет-ресурсов, полезных при создании инноваций. Каталог информации, найденной по запросам (проводится первоначальное анкетирование для выявления потребности в научно-технической и прочей информации для создания инноваций, далее осуществляется поиск по необходимости) | Отчеты об исследованиях рынка. Текущие данные о состоянии макро- и микросреды. Планы маркетинга и производства. Прогнозы рыночной ситуации. Статистические данные. Прочие данные, полезные для маркетинговой и инновационной деятельности | Управленческая информация. Финансовые показатели. Производственные показатели. Результаты оценки инновационной деятельности. Нормативная база |

Для улучшения системы информационного обеспечения инновационной деятельности ООО НПО «Электронтехника» следует создать отдел использования информационных ресурсов. Благодаря созданию отдела использования информационных ресурсов (отдела информации), инновационное предприятие оптимизирует затраты на получение, обработку информации, а также оптимизирует работу всех структурных подразделений предприятия.

Таким образом, совершенствование существующей информационной инфраструктуры научной, научно-технической и инновационной деятельности входит в число главных задач, решение которых создаст необходимые условия для активизации инновационной деятельности на российских предприятиях. С развитием информационных технологий происходит постепенное превращение рыночной экономики в информационную с тем, чтобы в дальнейшем наиболее полно удовлетворять потребности общества в информации, в частности, потребности инновационных предприятий в информации различного рода (рыночной, научно-технической, юридической и т. д.) для осуществления инновационного процесса.

Литература

1. Российский статистический ежегодник. 2010 : стат. сб. / Рос. стат. ком. – М. : Рос. стат. ком. – 2010. – 813 с.
2. Божук, С. Г. Маркетинговые исследования. Основные концепции и методы / С. Г. Божук. – СПб. : Вектор. – 2005. – 288 с.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ИННОВАЦИОННОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Я. В. Емельяненко

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Одним из важнейших факторов развития научно-технической и инновационной деятельности считается степень восприимчивости или востребованности обществом и конкретными потребителями продуктов и результатов, получаемых в инновационной сфере. При проведении научных исследований, посвященных изучению инновационной деятельности организации, целесообразно выявить организационные факторы ее инновационной восприимчивости.

Восприимчивость к инновациям будем трактовать как способность и заинтересованность осуществлять регулярное обновление факторов производства и выпускаемой продукции (услуг) с достаточно высокой интенсивностью.

Американские исследователи в области восприимчивости организации к нововведениям предлагают общую идею определять следующей взаимозависимостью:

$$B = f(L, C, K),$$

где B – восприимчивость организации к нововведениям; L – личностно-психологические характеристики членов организации; C – характеристики организационной структуры (структурные переменные); K – характеристики внешнего окружения и межорганизационных связей (контекстуальные переменные) [1].

При этом структурные переменные характеризуют три главных признака организации в связи с принятием решения о внедрении нововведения: ее размер, величину резервных ресурсов, а также организационную структуру.

К контекстуальным переменным относятся стабильность и неопределенность внешнего окружения, изменения в спросе на продукцию, межорганизационная кооперация, уровень конкуренции, положение среди конкурентов, региональные характеристики.

В связи с этим инновационная восприимчивость или инновативность предприятия зависит от различных внешних и внутренних факторов.

К *внутренним факторам* относится наличие благоприятных экономических, организационных, психологических, кадровых и технических условий для инноваций. Важным звеном в поддержке инновационных инициатив на предприятии является и информационный аспект, т. е. место взаимодействия информации о нововведениях в системе принятия решений на предприятии.

Среди внутренних факторов можно назвать:

- отношение руководства компании к новшествам;
- простоту и отсутствие барьеров во взаимоотношениях между подразделениями и сотрудниками;
- важность и престиж действий, выходящих за рамки существующих организационных структур;
- степень самостоятельности внутренних подразделений;
- наличие экономической заинтересованности подразделений и отдельных работников;
- степень гибкости рассмотрения инновационных предложений;
- наличие инициативных возможностей создания новых подразделений;
- наличие подразделений по совершенствованию продуктов и процессов;
- степень развития научно-технической инфраструктуры;
- наличие системы постинновационной реабилитации.

Одним из основных факторов восприимчивости к новшествам предприятия в целом является отношение к новым идеям со стороны его руководителей. Если это отношение негативное, то вряд ли следует ожидать оживления инновационной деятельности. Только тогда в компании возможны инновации, а значит и развитие, когда их необходимость осознается на уровне высшего менеджмента. Поэтому при подборе кандидатур здесь следует учитывать степень инновационной приверженности претендентов. Такой учет возможен на основе проведения психологического тестирования, анализа рода их предыдущей деятельности и других подходов.

Наличие барьеров в общении субъектов различных уровней в организации – главный недостаток, заключающийся в том, что инновационные идеи, возникшие в одном подразделении или у одного работника, не могут быть использованы другими субъектами, а данное подразделение не получает инновационной подпитки извне. Поэтому устранение рассматриваемых барьеров позволит, во-первых, обеспечить сотрудничество в разработке новшеств различными подразделениями; во-вторых, создать возможность так называемого перекрестного опыления, когда идеи одних сотрудников используются в разработках других; в-третьих, появляется возможность достижения синергетического эффекта, проявляющегося в получении нового результата вследствие объединения усилий и идей различных подразделений и сотрудников. Среди путей снижения и устранения рассматриваемых барьеров можно назвать проведение внутрифирменных конференций и семинаров, организацию совместных разработок, создание комплексных временных творческих коллективов, принятие соответствующих внутренних регламентов и меморандумов.

Для того чтобы процессы обновления проходили успешно, необходима заинтересованность в этом подразделений и отдельных работников. Улучшение экономических результатов деятельности должно находить отражение в повышении уровня дохода соответствующих субъектов. В противном случае те, кто будет осуществлять адаптацию новшеств, окажутся в лучшем случае равнодушными к срокам и итогам ее завершения.

Важную роль играют и *внешние факторы*, связанные с развитостью рыночных отношений; состоянием финансово-экономической системы, социально-экономическими и политическими факторами, наличием или отсутствием благоприятного инновационного климата и поддержки со стороны государства, позиционированием предприятия в отрасли, характеристики самой отрасли, развитостью соответствующей инфраструктуры местоположения предприятия.

Среди перечисленных внешних факторов важнейшую роль, по мнению автора, играют конкуренция, спрос и производственно-технические факторы.

Конкуренцию в предпринимательской среде можно рассматривать как важнейшее условие высокого уровня восприимчивости организаций к новшествам. Конкуренция вынуждает разрабатывать и производить новые продукты, снижать издержки их производства и цены. Все это предполагает осуществление инноваций.

Другой стороной вопроса является существование устойчивого *спроса* на нововведения. Предприятие не должно производить новую продукцию, если оно не уверено, что сможет ее продать.

Спрос на нововведения находится на высоком уровне, когда экономика развивается по инновационному типу. Это значит, что большинство предпринимательских структур заинтересованы во внедрении инноваций, а для этого они предъявляют спрос на новшества, созданные на других предприятиях, для активизации и реализации собственных инновационных процессов.

Производственно-технические факторы определяют возможности реализации нововведений. Если появляется перспективная научно-техническая разработка, но не развиты смежные производства, продукция которых требуется для коммерциализации данной разработки, то, вероятно, процесс коммерциализации пойдет с осложнениями.

Все вышеперечисленные факторы должны учитываться при формировании инновационной политики белорусскими субъектами бизнеса. К сожалению, инновационная восприимчивость белорусских предприятий невысока. По данным Европейского инновационного табло (EIS-2008–2010) по Республике Беларусь доля отгруженных новых для рынка и новых для фирмы инноваций в общем объеме отгруженной продукции крайне невелика и составляет в настоящее время 14 % [2, с. 16].

Таким образом, под инновационной восприимчивостью организации понимается ее способность целесообразно и рационально использовать наиболее доступные результаты и ресурсы инновационной деятельности в сфере удовлетворения потребностей рынка, своевременно и эффективно создавать организационно-экономические механизмы, нацеленные на сокращение жизненного цикла создания инноваций и их коммерциализацию, создавать гибкие организационные структуры, формировать стратегию обеспечения конкурентоспособности на основе новшеств, создавать особую атмосферу в организации, использовать и развивать творческую инициативу персонала предприятия, а также передового опыта и потенциала специалистов в рамках межфирменных соглашений и альянсов, приводить управление и организационную структуру предприятия в соответствие со стратегией обеспечения конкурентоспособности и факторами удержания конкурентных преимуществ.

Л и т е р а т у р а

1. Кульбаков, А. В. Факторы генерации нововведений в организации [Электронный ресурс] / А. В. Кульбаков // Образовательный сайт Кульбакова Александра Владимировича. – Москва, 2013. – Режим доступа: <http://www.kulbakov.ru/page100/page108/index.html>.

2. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2012. – 156 с.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИМИДЖ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Е. В. Кулиш

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Формирование современной внутренней и внешней политики страны – дело весьма сложное, требующее разносторонних знаний. Политические, экономические, социокультурные отношения между странами в значительной степени зависят от того, какое впечатление о стране и ее жителях складывается у интегрирующихся народов, в какой степени они друг другом воспринимаются как «свои» или «чужие».

Имидж (от латин. *imago* – «образ») – искусственный образ, формируемый в общественном или индивидуальном сознании средствами массовой коммуникации и психологического воздействия. Имидж создается «пиаром», пропагандой, рекламой с целью формирования в массовом сознании определенного отношения к объекту.

Среди политических имиджей особое место занимают интегральные образы государства как политического сообщества, страны как национально-государственной общности, народа (нации). Эти образы зачастую неоднозначны, не всегда соответствуют реальному состоянию дел.

Можно выделить «внутренний» образ страны как характер представлений ее жителей о себе и о своем месте в мире («мы о себе») и «внешний» как восприятие страны за ее пределами («они о нас»). В современном глобализирующемся мире формирование позитивного образа страны весьма востребовано государством, бизнесом для привлечения иностранных инвестиций, установления деловых контактов, сбыта продукции и т. д. В ряде стран серьезные политические усилия прилагаются для формирования общей идентичности, общих ценностей, разделяемых гражданами.

Целевая аудитория имиджевой политики ограничена, в основном, сообществами, которые вовлечены в различные формы взаимодействия с данной страной. В этом смысле имидж страны является наиболее динамичным, но отнюдь не единственным элементом ее образа. Он складывается из бытующих представлений об особенностях поведения и мышления, с которыми ассоциируется национальный характер. А сами эти представления черпаются, как правило, из всемирно известных вершинных достижений национальной культуры и ее духовного наследия. Но вместе с тем едва ли не в большей степени «внешний» образ страны выстраивается в результате освоения широких пластов культурного наследия, в том числе традиций, культуры повседневности и бытовой культуры (кухни, элементов национального костюма, фольклорных традиций, народного художественного творчества и др.) за ее пределами.

Представления о «национальном лице» государства и народа укоренены в ассоциациях, связанных с уникальным предметным миром культуры повседневности.

Они формируют культурные «бренды» – узнаваемые предметы материальной и духовной культуры, олицетворяющие ее достижения. Такие предметы наделяются символическими смыслами и значениями, которые далеко выходят за пределы их собственного культурного поля.

Исчезновение элементов традиционного уклада жизни и национальных различий в одежде, бытовой культуре мало сказывается на привычном наборе сложившихся расхожих представлений о «внешнем» образе страны.

Так, бытующий стереотип восприятия англичан связан с идеей традиций и бытовой вежливости, немцев – добросовестности и качества, французов – «высокой» кухни и моды, итальянцев – стиля и певческой культуры, бразильцев – веселья и карнавала. Соответственно бытуют и расхожие стереотипы, которые отвечают потребности в поддержании узнаваемых образах «других» (например, чай и чаепитие олицетворяют Англию, килт – Шотландию, индийское кино – Индию, хоккей – Канаду и пр.).

Универсализация быта в нынешнюю эпоху глобализации пока заметным образом не влияет на изменение таких стереотипов, даже если они и не являются в реальности столь неотъемлемой частью современной национальной культуры.

В научно-практическом журнале «Корпоративная имиджология» были представлены результаты интернет-опроса, где белорусы высказались о том, что имидж страны включает в себя природу (так думают 27 % из 9529 опрошенных), мнение внешнего мира (19 %), граждан страны (9 %). Белорусы в большинстве своем считают, что Беларусь – это транзитная страна (51 % из 4538 участников опроса), интеллектуальная (33 %) и туристическая (10 %) страна. Это то, как осознают на сегодняшний день себя жители страны, но какой воспринимают Беларусь за ее пределами, сказать сложно. Можно только предполагать, что для других – это страна картофеля, молока, трактора «Беларусь» и т. д.

В условиях глобального информационного общества каждой стране необходимо себя позиционировать, быть интересной для других государств и народов в плане культурного своеобразия, развития бизнеса, сохранения политической стабильности. Позитивный имидж страны выступает важнейшим ресурсом ее национального развития. Поэтому необходимо максимально эффективно использовать такие преимущества страны, как выгодное географическое положение, мягкий климат и сохранившееся природное и культурное разнообразие для привлечения иностранных туристов, для более широкого знакомства со страной. Благоприятный образ Беларуси в мире формируется благодаря наличию образованной и квалифицированной рабочей силы, хорошему знанию населением русского языка как одного из мировых языков, достаточно высокому уровню компьютеризации.

Широчайшие возможности для имиджмейкерства, благодаря своей стереотипности, предоставляет культура. Брендowymi качествами обладают музыка, театр, изобразительное искусство, национальные праздники и образы. В последние годы праздничная тематика востребована и в Республике Беларусь. Достаточно вспомнить резиденцию Деда Мороза в Беловежской пуще, республиканскую фестивальярмарку тружеников села «Дожинки», международный фестиваль искусств «Славянский базар в Витебске» и др. Эти культурные бренды призваны поднимать престиж страны на международной арене, поддерживать самобытные основы существования нации, формировать базовые атрибуты национальной культуры и имиджа. Культурный имидж должен складываться из разных источников, включая компьютерные отрасли, дизайн и т. д. В современном мире востребован интеллектуальный и креативный потенциал не только культурного наследия, но и молодой, современной культуры.

Также следует эффективно использовать такую составляющую имиджа страны, как транзитное месторасположение Беларуси. Когда речь идет о транзитном потен-

циале, это не значит, что имеется в виду только транспортная составляющая. Здесь необходимо рассматривать преимущества намного шире. Это – место, где выгодно создавать производства, так как экономятся ресурсы на логистику, это – территория для организации спортивных, политических, экономических мероприятий, территория, где создаются высокоинтеллектуальные разработки, качественные и надежные товары и услуги.

Создается образ Республики Беларусь как страны, географически расположенной в центре Европы, с традициями европейской культуры, с богатым культурным наследием. Как транзитное государство, как мост между Европой и Азией Беларусь стремится выглядеть в качестве стабильной страны, ответственно относящейся к выполнению взятых на себя международных обязательств. В русле этих ориентиров разрабатываются инструменты реализации государственной политики, включающей развитие образования, инновационных стратегий экономики, создание рабочих мест в креативных сферах, обеспечение роста инновационного бизнеса. Белорусское государство предпринимает ряд инициативных шагов по укреплению и расширению взаимодействия с бизнесом и структурами гражданского общества в рамках государственно-частного партнерства.

Проводниками наиболее устойчивых представлений, укореняющихся внутри страны и за рубежом, выступают средства массовой информации. Важно, чтобы предлагаемые имиджевые ориентиры носили универсальный характер, легко воспринимались в мире.

Республике Беларусь важно активно включиться в мирохозяйственные связи, в процесс использования новейших технологий в национальной экономике. В то же время компании, успешно работающие на рынках третьих стран, воспринимаются как символ успеха страны их происхождения. Следовательно, не менее важным является продвижение продукции отечественных предприятий на мировом рынке, формирование устойчивого образа Беларуси через те фирмы, предприятия, которые ее представляют (белорусские тракторы, продовольственные товары, экотуризм и т. д.). Стабильно высокое качество белорусской продукции, услуг постоянно «работает» на закрепление позитивного образа страны, нации. Успешная реализация инновационной модели социально-экономического развития страны способствует совпадению положительного восприятия ее «внешнего» и «внутреннего» образа.

Интеграционное развитие Республики Беларусь становится особенно актуальным в XXI в., когда интеграция рассматривается как основа устойчивого социально-экономического развития. Беларусь является своего рода связующим звеном, надежным мостом между Востоком и Западом, Европой и Азией.

В контексте создания позитивного образа страны важно поддерживать новые социально значимые идеи, формировать позитивную гражданскую идентичность. Речь идет о наличии общих ценностных ориентиров, согласия по поводу стратегических приоритетов развития. Актуальной является умелая информационная поддержка образа открытой, динамичной, демократической страны, активная работа по привлечению туристов, «соплеменников» из-за рубежа, иностранных студентов и на этой волне – иностранных инвестиций.

Перед Республикой Беларусь стоит цель создать и упрочить свой имидж молодого государства с богатым историческим, культурным наследием, развивающейся динамичной экономикой, миролюбивым и трудолюбивым народом. Такая цель требует анализа всего позитивного, что представляет на сегодняшний день Беларусь, и формирования социальных технологий управления имиджем государства.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ БАНКОВ К ВЕНЧУРНОМУ ФИНАНСИРОВАНИЮ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. Н. Полей

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

Научный руководитель Я. В. Емельянченко

Весь мир стремится развивать венчурное предпринимательство, так как значение его для инновационного развития необычайно велико, и Беларусь – не исключение. Как известно, 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.

На современном этапе венчурный бизнес развился в мощную мировую индустрию. Ее лидером всегда являлись США. С учетом отраслей, в которые поступают венчурные средства (телекоммуникации, компьютерные технологии, медицина), можно сделать вывод об огромной роли венчурной индустрии в повышении занятости и производстве инновационной составляющей ВВП. Отсутствие должного внимания к финансированию инновационной деятельности вообще и венчурного бизнеса в частности приводит к торможению экономического развития, усилению зависимости экономики страны от внешних факторов.

Отметим, что для улучшения ситуации с венчурным инвестированием в целом недостаточно изменения отдельных факторов, необходимо комплексное изменение инвестиционной атмосферы. В частности, необходимо принять меры по развитию фондового рынка, определить особенности регулирования деятельности и вообще существования венчурных фондов, ввести правовые механизмы, позволяющие инвесторам, в том числе иностранным, легко участвовать в финансировании заинтересовавшихся их проектов, с возможностью однократной уплаты налогов с полученной прибыли и последующего свободного распоряжения ею. В нашей стране есть заинтересованные в венчурных инвестициях физические и юридические лица, также есть обладатели инновационных идей. Однако среди них мало инициативных предпринимчивых и грамотных людей, готовых рискнуть карьерой ради собственного дела. Проблема в том, что нет должным образом сформированных условий их интеграции [1].

В настоящее время деньги в реализацию венчурных проектов вкладывает либо бизнес-ангел, либо некий иностранный фонд. Отсюда возникает необходимость в изменении банковского законодательства, которое позволит финансовым учреждениям, аккумулирующим денежные средства, принимать непосредственное участие в венчурном финансировании. Средства коммерческих банков должны направляться не только на поддержку сельского хозяйства или строительного комплекса по принуждению сверху, но и на стимулирование инновационного развития существующих и создания новых отраслей национальной экономики.

Коммерческие банки играют первостепенную роль в аккумулировании и перераспределении свободных финансовых потоков, которые могут быть направлены на достижение качественного экономического роста, повышение конкурентоспособности страны на внешних рынках посредством производства высокотехнологичной продукции. Финансирование рискованных проектов может быть выгодно и самим банкам. Как показывает зарубежный опыт, участие в венчурном инвестировании направлено на достижение банками стратегических целей. Среди них выделяют стрем-

ление банков внедриться в новую отрасль (в качестве инвесторов в капитал), создание новых финансовых инструментов для увеличения доходности и участия в сферах, приносящих доход выше среднего. Банки также используют венчурные инвестиции для увеличения их кредитной активности за счет привлечения на обслуживание новых клиентов, ранее финансируемых в рамках венчурных проектов.

Несмотря на значимые выгоды, как для экономики в целом, так и для самих банков, возможность их участия в финансировании венчурных проектов имеет существенные ограничения не только законодательного, но и институционального характера. Следует разобраться в основных преградах подробнее.

В законодательной сфере существуют особые барьеры свободного осуществления рискованных активных операций, т. е. венчурных, по причине того, что наибольший удельный вес в ресурсной базе банков занимают заемные средства, а оставшаяся часть пассивов предназначена для обеспечения безопасного функционирования банков и защиты интересов вкладчиков. Так, в случае долевого участия банка в уставном фонде небанковской кредитно-финансовой организации необходимо разрешение Национального банка, получить которое возможно только в случае его устойчивого финансового состояния и за счет собственных источников финансирования. Основными условиями предоставления кредитов является минимизация возникновения рисков невозврата кредитов, которая обеспечивается за счет реализации принципов, основными из которых являются возвратность, срочность, платность и обеспеченность. Следовательно, кредитование банками венчурных проектов осложнено по следующим причинам:

- 1) венчурные компании на стадии своего становления не могут предоставить необходимого обеспечения по кредиту;
- 2) трудности оценки кредитоспособности заемщика;
- 3) венчурное кредитование должно обеспечиваться долгосрочными ресурсами банка, запас которых у него ограничен [2, с. 56].

Среди институциональных ограничений участия банков в венчурном инвестировании в Республике Беларусь можно выделить следующие:

- 1) высокий уровень государственного регулирования финансовых потоков в стране;
- 2) преобладание государственных предприятий, слабо заинтересованных в инновациях;
- 3) отсутствие развитых рыночных институтов, способствующих формированию рынка рискованных инвесторов;
- 4) низкая рентабельность деятельности предприятий нефинансовой сферы;
- 5) преобладание государственных банков в капитале и активах банковской системы;
- 6) зависимость коммерческих банков от решений Национального банка Республики Беларусь и проводимой им денежно-кредитной политики.

Не стоит забывать о нестабильных макроэкономических условиях с высоким девальвационно-инфляционным потенциалом, что объясняет нежелание рассмотрения проектов со сроком более 3-х лет, и о имиджевой незаинтересованности банков в финансировании инновационных проектов.

Следовательно, участие банков Республики Беларусь в венчурном инвестировании должно включать возможность устранения законодательных ограничений, учитывая особенности институциональной среды. Для развития рынка венчурных инвестиций в целом необходимо сначала создать благоприятные условия для повышения инновационной активности предприятий. Также гражданам нужно понять,

что деньги для реализации их идей есть, но для их получения необходимо правильно подать эту идею, приложив для этого немало усилий, таких, как создание бизнес-плана, подбор команды для реализации проекта и т. д. Государство, в свою очередь, должно приложить максимум усилий в плане устранения недостатков всех сфер экономики, стимуляции индивидуального предпринимательства, в частности, инновационного, поощрения венчурной деятельности в целом.

Л и т е р а т у р а

1. Ляховский, Н. Проблемы и тенденции развития венчурной деятельности в Беларуси / Н. Ляховский [Электронный ресурс] / ООО «Инвестиционная компания «АссетВенчурИнвестментс». – 2012. – Режим доступа: <http://avinvest.by/novosti/problemyi-i-tendentsii-razvitiya-venchurnoy-deyatelnosti-v-belarusi>.
2. Малашенкова, О. Основы венчурного инвестирования / О. Малашенкова // Банк. вестн. – 2012. – № 8. – С. 52–61.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ю. В. Лосева

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Интеллектуальная эмиграция – процесс, при котором из страны или региона уезжают специалисты, ученые и квалифицированные рабочие по политическим, экономическим, религиозным или иным причинам. При оценке этого процесса с нейтральной точки зрения можно предположить, что странам, из которых происходит «утечка» специалистов, наносится весьма значительный экономический, культурный, а иногда и политический ущерб, и напротив, страны, принимающие и обеспечивающие специалистов-эмигрантов, приобретают дешевый интеллектуальный капитал.

Проблема внешней трудовой миграции высококвалифицированных специалистов затронула все страны мира. Повышенная миграционная активность высококвалифицированных специалистов характерна не только для Беларуси, но и для всех постсоветских стран.

На сегодняшний день в республике ощущается нехватка следующих специалистов: программистов, менеджеров проектов, бизнес-аналитиков, редакторов программного обеспечения, владеющих иностранными языками экспертов по внешнеэкономической деятельности. Помимо них всегда нужны инженеры-конструкторы радиоэлектронной техники и сложной аппаратуры, а также специалисты транспортной логистики. И это притом, что в белорусских ВУЗах набор желающих получить данные специальности не только не сокращается, но из года в год регулярно увеличивается. Если процесс интеллектуальной миграции в ближайшее время не будет сбалансирован, то белорусский бизнес в рамках Таможенного союза и Единого экономического пространства ждут не самые простые времена [1].

Больше всего в Беларуси не хватает строителей. В первом квартале этого года отрасль, по официальным данным, покинуло почти 10 тыс. специалистов. Более чем на 3 тыс. сократилось количество работников в промышленности, почти на 1,5 тыс. – в транспортной отрасли. Покидают свои места и педагоги: за первый квартал принято на работу 13 723 человека, уволено – 16 331 [2].

Проблема интеллектуальной эмиграции активно решается руководством страны: разрабатывается проект, направленный на возвращение в Беларусь высококвалифицированных и перспективных специалистов, долгое время работающих за границей по контракту. В рамках проекта разрабатывается закон об интеллектуальной миграции, направленной на стимулирование возвращения в страну граждан Беларуси с созданием для них условий комфортного пребывания. Анализ данных мониторинга интеллектуальной миграции из Республики Беларусь за период 1996–2008 гг. показывает, что суммарная численность эмигрантов-ученых и преподавателей вузов за этот период составила около 800 человек. В среднем, из Беларуси ежегодно эмигрирует и остается за границей порядка 70 научных работников и преподавателей вузов (из них, в среднем, 5–6 докторов наук, 25 кандидатов наук и 40 работников без ученой степени).

Российские эксперты на основе данных о валютных переводах пришли к выводу, что большинство белорусов, которые трудятся в России, находятся там на нелегальном положении. В МВД Беларуси объясняют это тем, что российским работодателям выгодно нанимать белорусов для краткосрочной трудовой деятельности.

По данным из российских источников, нелегально в России трудятся около 100 тыс. белорусов. Если говорить о белорусских мигрантах, которые трудятся в России официально, то известно, что в 2010 г. легально трудоустроены в России были 67 тыс. человек, в 2011 г. – порядка 53 тыс. соотечественников. Подавляющее большинство белорусских «гастарбайтеров», судя по данным последней переписи населения, трудится в России.

Россия (для большинства мигрантов) более привлекательна из-за отсутствия языкового барьера, который существует в случае миграции в другие страны. Кроме того, в рамках Единого экономического пространства белорусы могут трудоустроиться в России или Казахстане практически на тех же условиях, что и граждане этих стран. В Россию едут те белорусские специалисты, которые не смогли найти достойную оплату своего труда на Родине. О части тех сумм, которые получают в России белорусские «гастарбайтеры», косвенно свидетельствуют денежные переводы. Эксперты Евразийского банка развития, обнародовавшие в 2012 г. исследование о трудовой миграции в рамках ЕЭП, ссылаются на данные Центрального Банка Российской Федерации и сообщают, что в 2009 г. денежные переводы из России в Беларусь составили 96,1 млн дол. США, в 2010 г. – 164,7 млн дол. США. Многие белорусы трудятся в России в сфере строительства, транспорта, торговли и услуг и не имеют, как правило, высшего образования. Согласно данным последней переписи населения, только 15,7 % белорусских мигрантов, которые уезжали в Россию, имели высшее образование. В основном, туда едут специалисты с профессионально-техническим и средним образованием. В то же время, если посмотреть, кто едет работать в другие страны (не в Россию), то там процент людей с высшим образованием составляет 41,7 [3].

Отток кадров из научно-технической сферы и падение престижности научной деятельности имеют в своей основе, прежде всего, экономические причины:

- не востребованность результатов научных исследований производством;
- падение престижности научной работы из-за невысокой оплаты труда;
- физически и морально устаревшая приборо-техническая база научных учреждений;
- недостаточность экономических и моральных стимулов внедрения разработок в производство, как для научных коллективов в целом, так и для отдельных научных работников.

Потери кадров науки происходят и за счет внутренней миграции. Доля ежегодной научной эмиграции составляет около 2,5 % от общего оттока кадров из НИИ и ВУЗов. Эти потери представителей научной и технологической элиты наносят невосполнимый урон экономическому развитию страны (потеря средств, инвестированных в подготовку специалистов, и возможности получения прибыли от этих затрат; ослабление общего интеллектуального потенциала страны; несанкционированный вывоз за рубеж результатов научно-технических разработок и «ноу-хау»).

Как считают эксперты, представители интеллектуальной элиты составляют около 5 % от общего потока эмигрантов с высшим образованием. При существующих в настоящее время в республике темпах эмиграции это около 100 человек ежегодно.

Таким образом, эмиграция научных работников и ее темпы представляют реальную угрозу для экономики, интеллектуального потенциала страны и ее будущего. В связи с этим необходима политика государства, направленная на регулирование интеллектуальной миграции. Имеются два главных фактора эмиграции ученых и длительного выезда на работу по контрактам: заметная разница в уровне жизни и в условиях профессиональной деятельности. Экономическая ситуация в Беларуси не позволит в ближайшем будущем существенно повлиять на эти факторы. Прямое административно-законодательное подавление процесса интеллектуальной миграции в настоящих условиях также представляется политически нецелесообразным. Ей должна быть противопоставлена определенная система механизмов, стимулирующих работу на родине и возвращение из-за рубежа. Особое внимание при этом должно быть уделено «группам риска»: молодым ученым и аспирантам, проходящим стажировку или обучающимся в зарубежных научных центрах, а также работающим по контрактам ученым среднего возраста, являющимся носителями значительной интеллектуальной собственности.

Решение проблемы ограничения интеллектуальной эмиграции видится также в контексте продолжения и дальнейшего развития политики сохранения и развития научного потенциала республики. Здесь важным является установление и сохранение положительной тенденции поддержки науки и гарантий социальной защиты ученых.

Принципиально важным является создание условий для цивилизованной, с учетом заинтересованности государства и личной заинтересованности ученых, коммерциализации научно-технических достижений, развития научно-инновационного предпринимательства. В условиях недостатка финансовых средств в настоящее время – это реальный путь существенного улучшения финансирования науки и повышения заработной платы эффективно работающим научным работникам.

Л и т е р а т у р а

1. Грозит ли Беларуси утечка мозгов? 19 марта 2012 г. // Инфобанк. Все о финансах в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infobank.by/2826/default.aspx>. – Дата доступа: 30.03.2013.
2. Листопадов, В. Как аукнется Беларуси утечка мозгов и рабочих рук / В. Листопадов // Завтра твоей страны [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 03.05.2012.
3. Заяц, Д. Белорусские гастарбайтеры: кто они, почему нелегалы и сколько зарабатывают / Д. Заяц // naviny.by [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 04.02.2013.
4. Артюхин, М. И. Доклад о результатах деятельности за 2011 г. «Мониторинг развития кадрового потенциала науки и интеллектуальной миграции в Республике Беларусь» / М. И. Артюхин // Ин-т социологии НАН Беларуси. – 2012.

5. Загорец, И. В. Особенности миграционной политики Республики Беларусь на современном этапе / В. С. Загорец, И. В. Загорец // Журн. междунар. права и междунар. отношений. – 2012. – № 4. – С. 69–77.
6. Боброва, А. Социально-политическое влияние трудовой миграции в Беларуси / А. Боброва [Электронный ресурс]. – CARIM-East RR 2012/16, Robert Schuman Centre for Advanced Studies, San Domenico di Fiesole(FI): European University Institute. – 2012.
7. Население Республики Беларусь : стат. ежегодник. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2009.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М. П. Дупанова

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Миграция населения – это перемещения людей (мигрантов) через границы тех или иных территорий с переменной места жительства на постоянное или на более или менее длительное время. Российский ученый О. Д. Воробьева дала определение миграции населения, что это «любое территориальное перемещение населения, связанное с пересечением как внешних, так и внутренних границ административно-территориальных образований с целью смены постоянного места жительства или временного пребывания на территории для осуществления учебы или трудовой деятельности независимо от того, под преобладающим воздействием каких факторов оно происходит – притягивающих или выталкивающих» [6].

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь миграционный прирост в январе 2013 г. по сравнению с аналогичным периодом 2012 г. увеличился на 28,3 % и составил 820 человек. Положительное сальдо миграции уменьшило естественную убыль населения на 36,9 % . Направления миграционных перемещений населения Республики Беларусь представлены в табл. 1 [5, с. 2].

Таблица 1

Миграционные перемещения населения Республики Беларусь

| | Январь 2013 г. | | | Справочно: январь 2012 г. | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| | Число прибыв- ших | Число выбыв- ших | Мигра- ционный прирост | Число прибыв- ших | Число выбыв- ших | Мигра- ционный прирост |
| Миграция населения | 20790 | 19970 | 820 | 19962 | 19323 | 639 |
| В том числе: в пределах Беларуси | 19274 | 19274 | – | 18488 | 18488 | – |
| международная миграция | 1516 | 696 | 820 | 1474 | 835 | 639 |

Миграция населения имеет две основные формы: внешнюю и внутреннюю. Внешняя миграция – это перемещение населения в виде эмиграции в другую страну и иммиграции в страну. Внутренняя миграция – это миграция населения внутри страны: из региона в регион, из села в город, из города в село.

Миграция населения подразделяется на несколько основных видов: безвозвратная миграция – миграция с окончательной сменой постоянного места жительства; и временная – миграция населения на работу по долгосрочному договору, на учебу на длительный срок, но без смены постоянного места жительства. Среди временных миграций выделяется такой вид, как сезонная миграция. Это миграции на определенные периоды года: время сельскохозяйственных работ, сезон строительных работ в районах с экстремальными природными условиями и т. п. Выделяют также маятниковую (суточную миграцию), представляющую собой регулярные, ежедневные или еженедельные передвижения населения из одного населенного пункта в другой (на работу или учебу) и обратно, к месту постоянного жительства. Эпизодические миграции – это деловые поездки, туристические и другие, не имеющие регулярного временного характера. Этот вид миграций изучается слабо, хотя имеет ряд закономерностей и влияет на развитие рынков и экономики в целом. Вынужденная миграция – это миграция населения, связанная с постоянными или временными изменениями места жительства по вынужденным обстоятельствам и поневоле (стихийные бедствия, техногенные катастрофы, экономическая ситуация в стране, войны и т. п.). Незаконная миграция – это миграция людей, выезжающих временно за границу в поисках работы нелегально или на законных основаниях, но в последующем с переходом на нелегальное трудоустройство. Экзистенциальная миграция – это миграция населения, связанная исключительно с желанием жить в другой стране. Также миграция делится по целям: трудовые, учебные, военные и т. д.

Одним из видов миграции населения, требующим внимания, является интеллектуальная миграция. Интеллектуальная миграция – это процесс, который характеризуется отъездом из страны или региона специалистов, ученых для работы за границей сроком более одного года.

Результаты мониторинга о развитии кадрового потенциала науки и интеллектуальной миграции в Республике Беларусь за 2011 г., проведенного Центром мониторинга миграции научных и научно-педагогических кадров под руководством М. И. Артюхина, показывают, что в течение 2006–2010 гг. сократилось количество научных кадров высшей категории: докторов наук в возрасте до 50 лет – на 5 %, кандидатов наук в возрасте 40–49 лет – на 33 %. Сильно изменилась возрастная структура научных кадров – значительно выросла численность исследователей в возрасте 30–39 лет, но резко уменьшилась численность исследователей возрастной группы – 40–49 лет. Эти изменения характерны как для исследователей без ученой степени, так и для кандидатов наук. Также сократилось число исследователей, имеющих ученую степень доктора наук в возрасте 40–49 лет [2].

Угрозой для Беларуси может стать отток молодых научных сотрудников, аспирантов и студентов, которые стажировались за рубежом и хорошо знают иностранный язык. Временные поездки за рубеж могут стать первым шагом к отъезду на постоянное место жительства, а это может привести к интеллектуальной миграции. Среди интеллектуальных мигрантов выделяют молодых людей и студентов в возрасте до 29 лет. Поэтому одними из факторов интеллектуальной миграции могут стать вступление в брак и рождение детей. Выезжая на время учебы за границу, есть шанс создать семью с иностранцем и остаться там навсегда.

При проведении исследования были изучены мнения и оценки респондентов о процессах интеллектуальной миграции. На вопрос «Были ли в Вашем структурном подразделении случаи выезда сотрудников за рубеж на постоянное место жительства?» были получены следующие результаты: более половина респондентов ответили, что в их организации были случаи выезда сотрудников за границу на постоянное ме-

сто жительства. В академическом секторе науки 54,6 % респондентов отметили, что были случаи эмиграции ученых, а 20 % – что эмиграции у них не было. Основная доля эмиграции научных работников на постоянное место жительства за границу (58,9 %) пришлась на большинство организаций. Когда опрашиваемым задали вопрос об их отношении к оттоку за границу высококвалифицированных кадров, всего лишь 4,9 % респондентов академического сектора науки и 3,5 % респондентов из вузов посчитали это проблемой [1]. Чтобы узнать мнение респондентов о научной эмиграции в ближайшем будущем им был задан вопрос: «Какие, по-Вашему мнению, изменения следует ожидать в сфере миграции научных кадров за рубеж?». Ответы респондентов представлены в табл. 2 [1, с. 12]. Из данных, представленных в табл. 2 видно, что доля респондентов, считающих, что миграция ученых уменьшится, составила не более 4 %, а доля тех, кто считает обратно, оказалась в несколько раз больше [1].

Таблица 2

**Распределение ответов респондентов на вопрос:
«Какие, по-Вашему мнению, изменения следует ожидать
в сфере миграции научных кадров за рубеж?», %**

| Варианты ответов | НАН Беларуси | Вузы | Организации отраслевого сектора науки |
|---------------------------------|-----------------|------|--|
| 1. Миграция ученых увеличится | 33,4 | 38,6 | 19,1 |
| 2. Миграция ученых уменьшится | 3,9 | 3,5 | 1,1 |
| 3. Сохранится на прежнем уровне | 32,7 | 40,4 | 50,8 |
| 4. Затрудняюсь ответить | 26,6 | 17,5 | 29,0 |

Из опроса видно, что люди психологически настроены на эмиграцию научных кадров, хотя статистика показывает обратное.

Ситуацию интеллектуальной миграции из Беларуси нельзя пока назвать сложной. Но предпосылки могут возникнуть в будущем. В настоящее время многих специалистов удерживает незнание языка, но это не значит, что в будущем все останется на прежних позициях. Это может сильно повлиять на экономическую и демографическую ситуацию в стране. На данный момент разрабатываются различные мероприятия по удержанию интеллектуальной миграции. Например, для молодых специалистов, получивших профессионально-техническое, среднее специальное или высшее образование бесплатно разработана система гарантий и льгот [2]. В соответствии с Кодексом об образовании, молодой специалист обязан отработать по направлению 2 года, и принимается на работу без испытательного срока [2, с. 7]. Также разрабатывается проект Закона Республики Беларусь «Об интеллектуальной миграции», предусматривающего порядок возобновления работы специалистов и ученых в отечественных научных организациях, создание стимулирующих условий труда ученых [4]. Было бы хорошо предоставить ученым и специалистам достойную заработную плату, предоставление льгот, современное оборудование и технологии для работы.

Литература

1. Шарый, И. Н. – Основные тенденции и проблемы развития кадрового потенциала Республики Беларусь: социологический анализ / И. Н. Шарый [Электронный ресурс] // Ин-т социологии НАН Беларуси. – Минск, Беларусь. – Режим доступа: <http://socio.bas-net.by>. – Дата доступа: 07.04.13.

2. Боброва, А. Социально-политическое влияние трудовой миграции в Беларуси / А. Боброва [Электронный ресурс]. – CARIM-East RR 2012/16, Robert Schuman Centre for Advanced Studies, San Domenico di Fiesole (FI): European University Institute, 2012.
3. Тихонова, Л. Е. Различные виды трудовой миграции в Беларуси: масштабы, направления и пути регулирования / Л. Е. Тихонова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.demoscope.ru/center/fmcenter/tr_tih.html. – Дата доступа: 07.04.13.
4. Официальный сайт интернет-портал президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://president.gov.by/press28442.html>. – Дата доступа: 07.04.13.
5. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь. Демографическая ситуация / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/main1.php>. – Дата доступа: 09.04.2013.
6. Воробьева, О. Д. Миграционные процессы населения: вопросы теории и государственной миграционной политики / О. Д. Воробьева // Проблемы правового регулирования миграционных процессов на территории Рос. Федерации / Аналитический сб. Совета Федерации ФС Рос. Федерации. – 2003. – № 9 (202). – С. 35.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю. В. Живицкая

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

Научный руководитель С. В. Хаврукова

Любое предприятие, ведущее производственную или иную коммерческую деятельность, должно обладать определенным реальным, т. е. функционирующим имуществом в виде основного и оборотного капитала.

Оборотные средства – это совокупность денежных средств, авансируемых для создания оборотных производственных фондов и фондов обращения, обеспечивающих непрерывный кругооборот денежных средств и ритмичность процесса производства продукции путем приобретения предметов труда, вспомогательных материалов, топлива, оплаты потребляемой энергии всех видов, прочих услуг, в том числе и оплаты труда.

По функциональному назначению или роли в процессе производства и обращения оборотные средства организации подразделяются на оборотные производственные фонды и фонды обращения.

Основными проблемами на предприятии при управлении оборотными средствами являются:

1. Неэффективное управление запасами, которое приводит к замораживанию значительной части капитала на длительное время, замедляя его оборачиваемость. Кроме того, увеличивается порча сырья и материалов, растут складские расходы, что отрицательно влияет на конечные результаты деятельности.

2. Увеличение остатков готовой продукции на складах предприятия приводит также к длительному замораживанию оборотного капитала, отсутствию денежной наличности, потребности в кредитах и уплате процентов по ним, росту кредиторской задолженности поставщикам, бюджету, работникам предприятия по оплате труда и т. д.

3. Резкое увеличение дебиторской задолженности и ее доли в оборотных активах может свидетельствовать о неосмотрительной кредитной политике предприятия по отношению к покупателям либо об увеличении объема продаж, либо о неплатежеспособности и банкротстве части покупателей.

4. Увеличение или уменьшение остатков денежной наличности на счетах в банке обуславливается уровнем несбалансированности денежных потоков.

5. Повышение доли незавершенного производства, готовой продукции на складе указывает на отвлечение оборотных средств из оборота, снижение объема реализации, следовательно, и прибыли.

6. Недостаток собственных оборотных средств является, как правило, результатом недополучения прибыли или нерационального использования оборотных средств (использование их не по назначению) и других негативных факторов.

Главная задача управления оборотными средствами состоит в формировании необходимого объема, оптимизации состава и обеспечении эффективного использования оборотных активов предприятия.

В таблице представлены основные цели и пути достижения эффективного управления оборотными средствами предприятия.

Обеспечение достаточного оборотного капитала, дающего компании возможность оплачивать сырье и рабочую силу, производить расходы, связанные с производственной и сбытовой деятельностью, на практике сводится к необходимости решать несколько весьма сложных задач.

Пути достижения эффективного управления оборотными средствами

| Цели | Пути достижения |
|---|---|
| Поддержание ликвидности и текущей платежеспособности организации, оптимизация структуры запасов, нормирование запасов | <p>Сокращение средств, отвлеченных в запасы, улучшение финансового состояния организации за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – улучшения структуры запасов; – выявления избыточных запасов и неликвидов; – поддержания оборотных активов в наиболее ликвидном состоянии; – сокращения потребности в источниках финансирования; – снижения расходов, связанных с финансированием запасов; – установления прогрессивных норм расхода сырья, материалов, топлива; – замены дорогостоящих видов материалов и топлива более дешевыми без снижения качества продукции; – применения ABC-метода для контроля товарно-материальных запасов |
| Поддержание конкурентоспособности организации | <p>Улучшение обслуживания покупателей и заказчиков, поддержание деловой репутации организации за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рационального соотношения между имеющимися видами готовой продукции; – сокращения потерь, связанных с упущенной выгодой из-за отказа от срочного заказа или предложения; – улучшения организации снабжения, в том числе путем установления четких договорных условий поставок и обеспечения их выполнения, оптимального выбора поставщиков, налаженной работы транспорта; – ускорения процесса отгрузки продукции и оформления расчетных документов; – повышения уровня маркетинговых исследований, направленных на ускорение продвижения товаров от производителя к потребителю |

Окончание

| Цели | Пути достижения |
|---|--|
| Оптимизация затрат, связанных с формированием и поддержанием запасов | <p>Сокращение издержек производства за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – устранения потерь рабочего времени, вызванных нехваткой сырья и материалов; – сокращения простоев оборудования из-за нехватки запасных частей; – обеспечения более рационального процесса производства вследствие исключения частых изменений в календарных планах и дорогостоящих переналадок, вызываемых некомплектностью ресурсов; – поддержания наиболее экономичного соотношения между затратами на хранение и приобретение запасов; – уменьшения затрат на содержание складских помещений – систематической проверки состояния складских запасов |
| Обеспечение сохранности, рационального использования, ускорения оборачиваемости и необходимого контроля запасов | <ul style="list-style-type: none"> – сокращение продолжительности производственного цикла за счет интенсификации производства (использования новейших технологий, механизации, автоматизации производственных процессов, повышения уровня производительности труда, более полного использования производственных мощностей предприятия, трудовых и материальных ресурсов и др.); – снижение потерь, связанных с неудовлетворительной системой контроля за количеством и качеством поступающих материальных ценностей; предотвращение возможных потерь, порчи и бесконтрольного использования запасов; – систематический контроль за сохранностью и эффективностью использования посредством ревизий и обследований на основе статистических данных, оперативной и бухгалтерской отчетности |
| Управление оборачиваемостью средств в дебиторской задолженности | <ul style="list-style-type: none"> – четкая работа по учету и списанию дебиторской задолженности с учетом имеющейся нормативно-правовой базы; – для сокращения периода оборота дебиторской задолженности можно использовать ABC-метод для контроля за дебиторами; – важно использовать возможность оплаты долгов векселями, ценными бумагами, поскольку ожидание оплаты «живыми деньгами» может обойтись гораздо дороже; – по возможности, нужно ориентироваться на увеличение количества заказчиков с целью снижения риска неуплаты монопольным потребителем; – следует использовать возможности продажи счетов дебиторов факторинговой компании, разработку графиков поставки и их соблюдение, не следует затягивать обращение в арбитражный суд, если должник неадекватно реагирует на претензии; – важно, чтобы по любому из направлений работы в части ускорения оборачиваемости дебиторской задолженности были задействованы квалифицированные менеджеры |

Первая проблема, решение которой может существенно пополнить оборотный капитал предприятия – управление запасами. Решить данную проблему можно, используя различные методы оценки запасов товарно-материальных ценностей

Вторая проблема – совершенствование системы расчетов. Для этого, прежде всего, необходимо знать всех плательщиков – нужен реестр, включающий сведения о договорных суммах, сроках и других параметрах, связанных с поступлением платежей. Необходима работа предприятия и банка по совместной разработке финансовых платежных схем не только с использованием новых банковских технологий и услуг, а с учетом возможности взаимодействия расчетного банка с банками, клиентами которых являются важнейшие контрагенты предприятия.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Е. А. Запольская

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

Научный руководитель М. В. Голуб

Эффективная деятельность предприятия – это способность предприятия приносить прибыль. Существуют некоторые соотношения показателей, необходимые для нормального функционирования предприятия. Так, себестоимость продукции должна находиться в удовлетворительном отношении к объему реализации, выручка – в приемлемом отношении к вложенному капиталу и т. д. Этим во многом определяются основные ценностные критерии прибыльного предприятия. На основе анализа сложившегося состояния таких критериев и наметившихся тенденций их изменения разрабатываются мероприятия, необходимые для стабилизации благоприятных тенденций или, наоборот, для устранения неблагоприятных. Например, при недостаточных размерах полученной прибыли обращают внимание на необходимость увеличения объема реализации, изменения цен и другие факторы сбыта, а также чрезмерно высокие издержки, низкую оборачиваемость капитала и т. п. Определить фактические причины этих неблагоприятных явлений можно лишь посредством анализа состояния основных показателей доходности.

В целом, доходность любого предприятия может оцениваться с помощью абсолютных и относительных показателей. Показатели первой группы позволяют проанализировать динамику различных показателей прибыли (бухгалтерской, чистой, нераспределенной) за несколько лет.

Показатели второй группы представляют собой различные соотношения прибыли и вложенного капитала или прибыли и произведенных затрат. Первое соотношение принято называть рентабельностью, второе – прибыльностью деятельности.

В общем случае под рентабельностью понимается отношение прибыли, полученной за определенный период, к объему капитала, инвестированного в предприятие. Экономический смысл данного показателя состоит в том, что он характеризует прибыль, получаемую владельцами капитала с каждого рубля средств (собственных или заемных), вложенных в предприятие.

В зависимости от направления вложений средств, формы привлечения капитала, а также целей расчета используют различные показатели рентабельности.

Показатели рентабельности – это важнейшие характеристики фактической среды формирования прибыли и дохода предприятий. По этой причине они являются обязательными элементами сравнительного анализа и оценки финансового состояния предприятия. При анализе производства показатели рентабельности используются как инструмент инвестиционной политики и ценообразования.

Доходы и рентабельность составляют основу экономического развития предприятия и укрепления его финансовых отношений. Показатели рентабельности и доходов характеризуют эффективность хозяйствования предприятия по всем направлениям его деятельности: производственной, сбытовой, снабженческой, финансовой и инвестиционной.

Показатели рентабельности можно объединить в несколько групп:

1. Показатели, характеризующие рентабельность (окупаемость) производства и инвестиционных проектов.

2. Показатели, характеризующие рентабельность услуг.

3. Показатели, характеризующие доходность капитала и его частей.

Все эти показатели могут рассчитываться на основе балансовой прибыли, прибыли от реализации продукции и чистой прибыли.

В процессе производственного цикла на уровень рентабельности влияет ряд факторов. Их можно разделить на внешние, связанные с воздействием на деятельность предприятия рынка, государства, географического положения, и внутренние – производственные и внепроизводственные.

Внепроизводственные факторы включают в себя снабженческо-сбытовую деятельность, т. е. своевременность и полноту выполнения поставщиками и покупателями обязательств перед предприятием, их удаленность от предприятия, стоимость транспортировки до места назначения и т. д. Природоохранные мероприятия, которые необходимы для предприятий ряда отраслей, например, химической, машиностроительной и других отраслей, и влекут за собой значительные издержки, также относятся к внепроизводственным факторам. Сюда же относятся штрафы и санкции за несвоевременность или неточность выполнения каких-либо обязательств фирмы, а также финансовая деятельность предприятия, т. е. управление собственным и заемным капиталом на предприятии, деятельность на рынке ценных бумаг, участие в других предприятиях и т. д.

Выделяют такие производственные факторы, как наличие и использование средств труда, предметов труда и трудовых ресурсов. Эти факторы являются основными факторами роста прибыли и рентабельности предприятия, именно с повышением эффективности их использования связываются процессы интенсификации производства.

Повышение доходности предприятия может быть достигнуто за счет снижения затрат на производство продукции, основную долю в которых на предприятии занимают материальные затраты. Наиболее существенно на уменьшение себестоимости единицы продукции влияет сокращение импортных закупок и замена соответствующих деталей и узлов на комплектующие отечественного производства с учетом того, что отечественные комплектующие не будут уступать по качеству иностранным аналогам.

Одним из приоритетных направлений повышения доходности предприятия являются различные формы воспроизводства основных средств, в результате чего повышается производительность труда рабочих на основе сокращения затрат рабочего времени на выполнение элементов производственного процесса. В результате внедрения нового оборудования можно достичь сокращения количества обслуживаю-

щего персонала. Кроме того, новое оборудование позволит сократить расходование электроэнергии.

Влияние производственных факторов на результат деятельности можно оценить с двух позиций: как экстенсивное и как интенсивное. Экстенсивные факторы связаны с изменением количественных параметров элементов процесса производства. К ним относятся:

- изменение объема и времени работы средств труда;
- изменение количества предметов труда;
- изменение численности рабочих, фонда рабочего времени, непроизводительных затрат живого труда (простоев).

Количественное изменение производственных факторов всегда должно быть оправдано изменением объема выпускаемой продукции, т. е. предприятие должно следить за тем, чтобы не снижались темпы прироста прибыли относительно темпов прироста затрат.

Интенсивные производственные факторы связаны с повышением качества использования производственных факторов:

- повышение качественных характеристик и производительности оборудования;
- использование прогрессивных материалов, совершенствование технологии обработки, ускорение оборачиваемости материалов;
- повышение квалификации рабочих, снижение трудоемкости продукции, совершенствование организации труда.

В настоящее время повышение доходности предприятия возможно посредством создания дополнительной ценности бизнеса, продукции, услуг для клиентов:

- ориентированности на потребителей продукции, формирование и управление потребительской лояльностью;
- выяснение, анализ причин недовольства потребителей;
- маркетинговые решения, установление доверительных отношений с потребителями;
- оценка эффективности маркетинговой деятельности.

Разработка, обоснование бизнес-плана, финансовых бюджетов предприятия всегда должны отражать возможность повышения доходности предприятия, включая прогнозную отчетность о прибылях, убытках на основании результатов анализа, других экономических расчетов.

Принимая решение об использовании доходов, предприятие имеет право производить закупку, модернизацию оборудования, производить ремонт помещений, выделять средства, полученные от основной деятельности, на социальные нужды работников.

Для эффективного управления доходами необходимо выявить факторы, которые оказывают наибольшее влияние на показатели доходности. Для изучения факторов, характер влияния которых на рассматриваемый показатель эффективности неизвестен и не является постоянным, можно воспользоваться корреляционно-регрессионным анализом.

После отбора показателей осуществляется анализ значимости, величины и направления влияния факторов на показатели доходности предприятия, на основе которого принимаются управленческие решения, направленные на разработку мероприятий по повышению/снижению степени влияния значимых факторов на доходность деятельности предприятия.

Разработанные на основе корреляционно-регрессионного анализа мероприятия являются более обоснованными и их реализации с большей степенью вероятности позволит достичь цели повышения доходности предприятия.

Поддержание необходимого уровня доходности – объективная закономерность нормального функционирования предприятия в условиях рыночной экономики. Систематический недостаток объема прибыли и ее неудовлетворительная динамика свидетельствуют о неэффективности и рискованности бизнеса, служат основной предпосылкой вероятного банкротства.

АМОРТИЗАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ГОСУДАРСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А. В. Карась

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Амортизационная политика является одной из важнейших составляющих экономической политики государства, поскольку обеспечивает постоянный и бесперебойный процесс воспроизводства основного капитала, способствует модернизации и обновлению основных средств, формирует необходимые финансовые ресурсы для замены устаревшей и физически изношенной техники более совершенными видами оборудования, соответствующими последним достижениям научно-технического прогресса. Амортизационные отчисления являются наиболее доступными источниками накопления, необходимыми для обеспечения процесса воспроизводства основных средств, – они формируют часть стоимости продукции, которая возмещает их потребление в процессе производства.

Эффективность использования амортизационных отчислений во многом обусловлена наличием нормативно-правовой базы, регламентирующей данный вид деятельности. Практическая реализация амортизационной политики осуществляется посредством разработки механизма амортизации основных средств, внедрение которого позволит решить возложенные на нее задачи.

В Республике Беларусь за последнее десятилетие произошли существенные преобразования в области амортизационной политики, направленные на совершенствование и либерализацию данного процесса. Однако вопрос их практического воплощения остается открытым и актуальным.

Систематизация структурных реформ амортизационной политики позволила выделить некоторые этапы ее эволюции и развития.

1. В результате первого этапа реформирования амортизационной политики (2001–2009 гг.) – «либерализации» была разрешена к применению ускоренная амортизация основных средств и нематериальных активов, разработан методический инструментарий ее начисления, разграничены понятия «нормативный срок полезного использования», упразднено целевое использование амортизационных отчислений [3, с. 48].

В этот период в республике был осуществлен переход на новый порядок начисления амортизации, имевший целью совершенствование воспроизводственных процессов на основе формирования и использования амортизационных фондов, а также проведение самостоятельной амортизационной политики каждой отдельной организацией с применением различных способов и методов начисления амортизации.

Вместе с тем сохранена как один из вариантов нового порядка действующая система начисления амортизации. Право выбора каждого из вариантов остается за субъектами хозяйствования.

Основой реализации указанных преобразований послужила разработка Положения о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов, цель которого – регулирование порядка начисления амортизации основных средств и нематериальных активов при осуществлении хозяйственной деятельности коммерческих и некоммерческих организаций и предпринимателей. Существенным недостатком проводимых реформ было слепое копирование зарубежного опыта без изучения возможности адаптации осуществляемых инноваций к реалиям экономической жизни в республике.

2. Второй этап экономических реформ (2009–2011 гг.) – «шоковая терапия». В этот период реализация действующей в республике амортизационной политики была подвержена серьезным колебательным воздействиям, вызванным, с одной стороны, разразившимся мировым финансовым кризисом, с другой – попыткой решить тактические финансовые проблемы, не задумываясь о серьезных стратегических последствиях. Заметным сдвигом в реализации механизма амортизации стала либерализация использования амортизационных отчислений при одновременном ужесточении их начисления.

В марте 2009 г. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь было установлено, что до 1 января 2010 г. организации и индивидуальные предприниматели имеют право не начислять амортизацию по всем или отдельным объектам основных средств и нематериальных активов, числящимся в их бухгалтерском учете или используемым ими в предпринимательской деятельности. При этом нормативные сроки службы и сроки полезного использования таких объектов продлеваются на срок, равный периоду, в котором не производилось начисление данной амортизации. Реализация этой проблемы была обусловлена попыткой снизить величину себестоимости продукции посредством сокращения в ней размера амортизационных отчислений [2, с. 26].

Результатом вышеназванных реформ стала трансформация воспроизводственной концепции амортизации в бухгалтерскую. В этот период амортизационные отчисления практически уже не выполняли своих непосредственных функций – обеспечения финансирования воспроизводства и обновления основного капитала.

3. Третий этап реформирования амортизационной политики (2011 г. – по настоящее время) – «модернизация». На этом этапе расширился методический инструментарий начисления амортизации, внесены определенные корректировки, обеспечивающие дальнейшее сближение национального законодательства с международными стандартами финансовой отчетности (МСФО).

С 1 января 2012 г. в Республике Беларусь изменился порядок начисления амортизации. Это обусловлено вступлением в силу Постановления Министерства экономики, Министерства финансов и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Инструкцию о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов» от 30 сентября 2011 г. № 162/101/45. В данной инструкции либерализован механизм присвоения шифров объектам основных средств. В этом случае шифры устанавливаются самостоятельно организацией в соответствии с техническими характеристиками и функциональным назначением объектов основных средств [4, с. 63].

К основополагающим признакам либерализации амортизационной политики Республики Беларусь на современном этапе относится корректировка сроков и мето-

дов начисления амортизации в случае ухудшения финансово-экономического состояния организаций, а именно:

а) с целью максимального сокращения сумм начисляемой амортизации предусмотрена возможность перехода не только к линейному, но и производительному способу начисления, а также к обратному методу суммы чисел лет;

б) исключена обязанность организации осуществлять переход к указанным методам начисления амортизации и пересматривать срок полезного использования по всем объектам основных средств; такой пересмотр может быть произведен только в отношении отдельных объектов по решению самой организации.

Реализация указанных мероприятий позволит организациям корректировать размер начисляемой амортизации и тем самым варьировать величиной себестоимости продукции с целью повышения ее конкурентоспособности.

Одно из основных направлений модернизации действующей системы амортизации – совершенствование механизма начисления амортизации основных средств посредством внедрения в практику хозяйственной деятельности методов замедленной амортизации в различных модификациях, а также возможностей ускоренного списания основного капитала. Для объектов основных средств, введенных в эксплуатацию в рамках реализации инвестиционных проектов, теперь предусмотрена возможность применения понижающих коэффициентов к нормам амортизации в первые два года после ввода этих объектов в эксплуатацию. Конкретная величина поправочного коэффициента устанавливается комиссией самостоятельно в пределах от 0,2 до 1.

Таким образом, при постановке на бухгалтерский учет объекта основных средств, введенного в эксплуатацию в рамках реализации инвестиционного проекта, а также в дальнейшем до истечения двухлетнего срока с момента ввода таких объектов в эксплуатацию организация вправе понизить норму амортизационных отчислений, применяя коэффициент, выбранный из указанного диапазона.

В целях активизации процесса реновации и обновления основного капитала в республике расширены возможности применения методического инструментария в области ускоренной амортизации основных средств, в частности, легализована амортизационная премия. С 2012 г. организации наделены правом включать в затраты, учитываемые при налогообложении, часть первоначальной стоимости основных средств и нематериальных активов в пределах 10 % – по зданиям и сооружениям, 20 % – по машинам и оборудованию, транспортным средствам и нематериальным активам. В случае включения части первоначальной стоимости в затраты амортизация для целей налогообложения основных средств рассчитывается, исходя из стоимости этих объектов за вычетом части первоначальной стоимости, включенной в затраты [1, с. 53].

Немаловажным моментом является законодательное определение начала срока начисления амортизации и по принимаемому к бухгалтерскому учету объекту основных средств, в качестве которого определен момент начала его фактической эксплуатации. В соответствии с методологией бухгалтерского учета вновь приобретенные объекты основных средств, не требующие монтажа, принимаются к бухгалтерскому учету в составе основных средств на дату их приобретения и с этого момента считаются введенными в эксплуатацию. Если при этом такие объекты фактически не эксплуатируются по объективным причинам производственного и иного характера, амортизация линейным и нелинейным способами производится только с месяца, следующего за месяцем начала их фактической эксплуатации в соответствии с их на-

значением. При этом срок полезного использования, установленный при приобретении указанных объектов, начинается с момента начала их фактической эксплуатации.

Таким образом, можно установить факт существенного изменения действующего в республике механизма амортизации, его трансформационный характер и адаптацию к МСФО. Проведенные реформы существенно преобразовали его теоретическую и практическую сущность. В настоящее время механизм амортизации достаточно совершенен, многофункционален и адаптирован к условиям экономической жизни в республике. Вместе с тем ликвидация подсистем накопления и использования амортизационных отчислений обусловила преимущественно бухгалтерско-налоговую направленность амортизационной политики и практически полную деградацию ее воспроизводственной функции.

Литература

1. Раковец, В. А. Переоценка основных средств и начисление амортизации / В. А. Раковец // Финансы, учет, аудит. – 2012. – № 2. – С. 50–55.
2. Тетеринец, Т. А. Методические аспекты начисления амортизации в современных условиях / Т. А. Тетеринец // Экон. бюллетень НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2012. – № 5. – С. 26–29.
3. Тетеринец, Т. А. Новые методологические подходы к формированию амортизационной политики / Т. А. Тетеринец // Экон. бюллетень НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2013. – № 1. – С. 47–51.
4. Толкун, И. Д. Амортизационная политика в 2012 году : новые подходы и инструменты / И. Д. Толкун // Плано-экон. отдел. – 2012. – № 2. – С. 59–64.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Я. С. Коваль

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Транспортное хозяйство – это комплекс технических средств промышленного предприятия, предназначенных для перевозки материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, отходов и других грузов на территории предприятия и на его подъездных путях.

Транспортное хозяйство является очень важным для предприятия любой отрасли. Без него невозможно перемещать материалы и продукцию по территории завода, доставлять сырье и полуфабрикаты и отправлять готовую продукцию потребителю. Поэтому рациональная организация работы транспорта необходима для рентабельной работы предприятия [1].

Отличительной особенностью транспорта от других отраслей материального производства является то, что в результате транспортного процесса не создается новый продукт [2].

Принято различать внешнюю и внутреннюю транспортировку грузов; последняя, в свою очередь, подразделяется на межцеховую и внутрицеховую.

Внутренняя и частично внешняя транспортировка грузов осуществляется с помощью различных транспортных средств, принадлежащих заводу. Транспортное хозяйство завода включает в себя все принадлежащие ему транспортные средства, осуществляющие внешние и внутренние перевозки, а также все устройства общезаводского назначения, например, ремонтные мастерские [1].

Назначение транспортного хозяйства предприятия состоит в полном удовлетворении потребностей предприятия и его подразделений в грузоперевозках при максимальном использовании транспортных средств и минимальной себестоимости транспортных операций. Это возможно на основе интеграции технологических процессов транспорта и производства, согласования их графиков работы, правильной организации транспортного хозяйства предприятия и эффективного планирования грузоперевозок. Транспортное хозяйство обслуживает потребности предприятия в грузоперевозках в сфере снабжения, производства и сбыта. Перевозки, погрузка-разгрузка и экспедирование грузов являются основными функциями транспортного хозяйства предприятия [3].

На предприятиях может применяться разнообразный парк транспорта. По видам транспорта различают рельсовый (железнодорожный узкоколейный), безрельсовый (автотранспорт, электротранспорт), водный (морской, речной), трубопроводный (трубопроводный пневмотранспорт, гравитационные продуктопроводы, нефтепроводы), специальный (технологический) транспорт и подъемно-транспортные средства (конвейеры, краны, погрузчики, лифты). Ввоз и вывоз грузов с территории предприятия через внешние подъездные пути осуществляется большегрузным автомобильным и железнодорожным транспортом.

При организации транспортного хозяйства промышленные предприятия могут сталкиваться с проблемами, основными из которых являются следующие:

- качество транспортного обслуживания;
- изношенность транспортных средств и трудности, связанные с их обновлением;
- плохая информационная поддержка перевозок;
- недогруз транспортных средств по грузоподъемности или полезному внутреннему объему кузова;
- недостаток информации о программных продуктах, позволяющих автоматизировать, упростить и ускорить выполнение операций, сопровождающих перевозочный процесс [2].

Качество транспортного обслуживания. Не все предприятия могут похвастаться высоким качеством транспортного обслуживания. Под «качеством» в данном контексте понимают бесперебойность поставки грузов, высокую надежность доставки, снижение себестоимости перевозок, своевременную подачу транспортных средств. Также повысить качество транспортного обслуживания можно с помощью составления оптимальных маршрутов движения и подключения более эффективного вида транспорта на определенном этапе маршрута. Проект по оптимизации транспортных маршрутов подразумевает анализ транспортных потоков предприятия с целью сокращения затрат на транспортировку грузов за счет нахождения и применения оптимальных маршрутов и сокращения потребности предприятия в количестве непроизводственных простоев и привлекаемых ресурсов. В ходе проекта рассматриваются как внутривозовские, так и внешние по отношению к предприятию транспортные потоки. За счет этого достигается не только существенная экономия ресурсов, благодаря планированию оптимальных маршрутов, использованию грузоподъемности и вместимости совместно с использованием оптимального типа транспорта, но и в значительной мере упорядочиваются погрузо-разгрузочные работы, что, в свою очередь, позволяет получить дополнительный эффект за счет оптимального планирования ресурсов для организации работ.

Изношенность транспортных средств. Большое количество предприятий имеет на своем балансе транспортные средства, которые характеризуются высоким уровнем изношенности. Здесь следует остановиться на проблеме определения опти-

мального срока службы транспортных средств, занятых в перевозке грузов. В данном случае уместна одна из используемых в логистике методик, учитывающая возрастающие со временем эксплуатационные расходы, с одной стороны, и постепенно снижающуюся производительность и остаточную стоимость транспорта, с другой. Такая методика дает возможность понять, на каком сроке службы транспортное средство выгоднее продать по остаточной рыночной стоимости, чем эксплуатировать его со все более возрастающими затратами, включающими амортизацию и стоимость ремонтов.

Плохая информационная поддержка процесса перевозок. Поток информации, сопровождающий процесс транспортировки, несовершенен. Это касается связи с водителем (особенно при его нахождении в другом государстве или на пограничном переходе), мониторинга груза на протяжении перевозки и контроля состояния транспортного средства, его местонахождения. Чуть слабее данная проблема ощущается при внутренних перевозках. Однако и здесь бывают случаи утраты связи с транспортным средством, что негативно сказывается на координации процесса транспортировки, особенно в случаях потребности в срочной передаче или корректировке информации для водителя. Для решения данной проблемы необходимо компьютеризировать и информатизировать процесс перевозки грузов.

Недогруз транспортных средств. Проблема недостаточного использования грузоподъемности транспортного средства напрямую связана с неумением комплектовать отправку различных грузов. На перевозку сборного груза требуется меньшее количество затрат, так как стоимость перевозки уменьшается по сравнению с тем, как если бы груз находился один. Это происходит потому что, несмотря на то, что это экономически не обосновано, основой транспортных тарифов является километраж, пройденный транспортным средством. Так что стоимость перевозки на 1000 км для однотипных грузов массой 2 и 5 т практически не будут отличаться. Поэтому комплектовать отправку грузов необходимо при максимальном использовании грузоподъемности транспортных средств путем перевоза различных видов груза [2].

Значение транспортного хозяйства предприятия не ограничивается лишь перемещением грузов. Организация внутривозовского транспорта и его работа непосредственно влияют на ход производственного процесса и на себестоимость продукции, которую производит предприятие. От работы транспорта зависит равномерный выпуск продукции, ритмичность работы всех участков и рабочих мест. Время, затраченное на внутри- и межцеховые перевозки, напрямую влияет на длительность производственного цикла. Поэтому основным ориентиром транспортного хозяйства предприятия является бесперебойное транспортирование грузов в условиях эффективного использования транспортных средств и минимизации себестоимости транспортных операций. Этого можно достигнуть за счет правильной организации транспортного хозяйства, устранения вышеперечисленных проблем, четкого планирования работы транспорта и обоснованного выбора транспортных средств.

Литература

1. Алексеенко, Н. А. Экономика промышленного предприятия : учеб. пособие для вузов / Н. А. Алексеенко. – Минск, 2007. – 260 с.
2. Савицкая, Г. В. Анализ эффективности деятельности предприятия: методологические аспекты / Г. В. Савицкая. – Минск : Новое знание, 2003. – 160 с.
3. Экономика предприятия (в схемах, таблицах, расчетах) : учеб. пособие / под ред. В. К. Скляренко, В. М. Прудникова. – М. : Инфра-М, 2006. – 256 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Марсова

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

Научный руководитель М. В. Голуб

В новых условиях хозяйствования важная роль принадлежит организации хранения продукции. Хорошо налаженная работа складских хозяйств оказывает существенное влияние на весь процесс материально-технического снабжения, а также обеспечение сохранности материальных ценностей; ускорение продвижения их от поставщиков к потребителям при меньших затратах непосредственно влияют на экономические показатели производственных предприятий.

Складом называется производственное помещение или производственная площадь, предназначенная для временного размещения материальных ценностей, хранения нормативных запасов сырья и материалов и выполнения производственно-хозяйственных операций по подготовке этих категорий к производству.

Процесс промышленного производства предполагает создание необходимых запасов сырьевых и вспомогательных материалов, обеспечение последовательного продвижения объекта труда между участками и цехами, а также накопление, комплектацию и отправку готовой продукции. Все эти операции осуществляются грузопроводящей сетью предприятий, в которую входят транспорт и склады. В настоящее время с помощью складов регулируют материальный контакт предприятия с внешними грузопроводящими сетями. На складах проводят подготовку и первичную обработку сырья, им передан ряд других производственных операций. Все это свидетельствует о более глубоком и органичном их вращении в общую технологическую схему производства. Значительно возрос уровень технической оснащенности, усовершенствованы принципы организации деятельности складов. Быстрое развитие транспортно-складского звена предприятия обусловлено общей тенденцией производства к автоматизации процессов, опирающихся на полную интеграцию операций по обработке, перемещению и складированию промышленных грузов.

По назначению склады могут быть различных типов. Склады сырья и основных материалов предназначены для хранения материалов, получаемых со стороны (от заводов-поставщиков с мест добычи сырья). Сырьевые склады делают, как правило, отдельно стоящими, исходя, во-первых, из специфики объемно-планировочных решений, не допускающих их блокирования с производственными цехами, во-вторых, из-за большой территории – открытых площадок для хранения и, в-третьих, по ряду причин санитарного и противопожарного характера. Однако на предприятиях с небольшим грузооборотом подобные склады зачастую размещают в основных промышленных зданиях.

Склады для хранения исходных материалов располагают на территории предприятий из соображения организации кооперированной транспортно-грузовой зоны обычно со стороны противоположной фронту движения работающих. Основными требованиями при проектировании таких складов являются рациональное расположение транспортных трасс с удобными подходами внешнего транспорта (железнодорожные пути, автодороги). Внутрицеховые склады имеют несколько назначений. Расходные склады устраивают в цехах во избежание частой доставки материалов, необходимых, например, для загрузки производственного процесса одной смены. При крупносерийном производстве или большом числе потребляемых деталей за относи-

тельно короткий промежуток времени необходимо устраивать крупные внутрицеховые склады. Размещение складов внутри производственных помещений приводит к потере производственных площадей. Сокращение этих потерь, кроме развития складов в высоту и повышения уровня их механизации, достигается размещением складов в местах с наименьшей интенсивностью технологических потоков, но как можно ближе к точкам загрузки производственных линий; использованием мертвых зон в цехе, у стен и т. п.

Склады готовой продукции завершают производственный процесс. Они предназначены не только для складирования готовой продукции, но и сортировки, консервации продукции, организации контроля, комплектации заказов, отправки. При проектировании этих складов следует учитывать необходимость быстрой и четкой комплектации готовой продукции, высокого уровня механизации и автоматизации внутривозовского транспорта, расположения складов в соответствии с общей системой заводского грузооборота и обеспечения удобных подходов со стороны выдачи продукции.

К основным функциям склада можно отнести следующие:

1. Создание необходимого ассортимента в соответствии с заказом потребителей, т. е. обеспечение необходимыми материально-техническими ресурсами (по количеству и качеству) различных фаз производства. Создание нужного ассортимента на складе содействует эффективному выполнению заказов потребителей и осуществлению более частых поставок в том объеме, который требуется клиенту.

2. Складирование и хранение. Выполнение этой функции позволяет выравнивать временную разницу между выпуском продукции и ее потреблением, дает возможность на базе создаваемых запасов обеспечивать непрерывный производственный процесс и бесперебойное снабжение потребителей.

3. Объединение партий отгрузки и транспортировка грузов. Многие потребители заказывают со складов партии «меньше, чем вагон» или «меньше, чем трейлер», что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов. Для сокращения транспортных расходов склад может осуществлять функцию объединения небольших партий грузов для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства.

4. Предоставление услуг. С целью обеспечения более высокого уровня обслуживания потребителей склады могут оказывать клиентам различные услуги: подготовка товаров для продажи (фасовка продукции, заполнение контейнеров, распаковка и т. д.); проверка функционирования приборов и оборудования, монтаж; придание продукции товарного вида; транспортно-экспедиционные услуги и т. д.

Всеми операциями по движению товаров на складе руководит менеджер (заведующий складом), являющийся в ряде случаев одновременно и материально ответственным лицом. С учетом возможного большого количества одновременно производимых операций, связанных с приемкой и отпуском товаров, структурно возможно деление материально ответственного персонала склада, работающего непосредственно с товарами (грузами) на следующие группы: приемки, комплектации, отпуска (отгрузки), инвентарного контроля. При приеме на работу с данным персоналом заключают договора о полной индивидуальной материальной ответственности. Освобождение любого материально ответственного лица от работы осуществляется только после сплошной инвентаризации и передачи материальных ценностей другому лицу.

Вместе с товарами/грузами склад получает сопроводительные документы: товарно-транспортные накладные, счета-фактуры, инвойсы и т. п. Эти документы ре-

гистрируются в журнале учета поступающих грузов и транспортных средств и в базе данных складской компьютерной системы. В процессе приемки происходит сверка фактических параметров поступившего груза с данными товарно-сопроводительных документов. После проверки фактического наличия грузовых мест или номенклатуры товаров производится ввод информации в базу данных (БД). После окончания проверки товара, наклейки маркировочных этикеток шаблон приходного ордера передается бригадиром грузчиков для размещения поступивших грузов в зоне хранения. Правильное размещение и укладка товаров на складе – непереносимое условие рациональной организации внутрискладского технологического процесса. Выгруженные товары доставляют в зону приемки склада, где производят их проверку. После завершения приемки грузы доставляют к местам хранения и размещают в свободных ячейках на стеллажах или резервных местах, отведенных для хранения.

Для наиболее рациональной работы складских хозяйств организациям необходимо осуществлять ряд мероприятий, которые будут способствовать эффективной деятельности складских помещений. К основным способам совершенствования складских помещений можно отнести следующие:

1. Автоматизация хранения продукции на складе. Представляет собой внедрение в процесс хранения продукции автоматических машин и оборудования, которые позволяют сократить затраты на хранение товара, а также численность рабочих склада.

2. Сокращение затрат на отопление и освещение при помощи использования более дешевого сырья.

3. Выбор оптимального места хранения, учитывая характеристики товара.

4. Оптимизация работы складских служащих, повышение их навыков.

5. Автоматизация подготовки и учета внутренних и внешних документов. Это позволит наиболее быстро и эффективно осуществлять действия с документацией.

Рассмотрим мероприятия по совершенствованию деятельности складского хозяйства на примере ГЛХУ «Лоевский лесхоз». Данная организация занимается выпуском бревен, жердей, досок, продажей деревьев новогодних, дикорастущих плодов, меда, соков, а также оказывает услуги населению. В процессе производства предприятие получает отходы лесозаготовок, которые в дальнейшем могут использоваться как сырье для отопления зданий. Это существенно снизит затраты на хранение.

Также усовершенствовать работу склада предприятия можно путем замены ручного труда работников склада работой специального оборудования – электротельфера. Затраты на приобретение оборудования окупятся менее чем через год, и в дальнейшем его использование сократит складские расходы.

Система материально-технического снабжения нуждается в постоянном совершенствовании. Она должна превратиться в гибкий механизм, помогающий предприятию работать ритмично и устойчиво. В этой связи большое значение имеет улучшение экономической работы складского хозяйства промышленных предприятий.

Складское хозяйство является важным параметром работы предприятия, так как на складах хранится продукция, за счет которой организация получает прибыль. Неправильное хранение продукции приводит к ее порче, что влечет за собой убытки.

Поэтому разработка системы складирования ведется с учетом всех взаимосвязей и взаимозависимостей между внешними (входящими на склад и выходящими из него) и внутренними (складскими) потоками объекта и связанными с ними факторами (параметры склада и груза, технические средства и т. д.).

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНКУРЕНТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Н. В. Куцаренко

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

Научный руководитель И. В. Рачкова

Конкурентоспособность предприятия – это его преимущество по отношению к другим предприятиям данной отрасли внутри страны и за ее пределами. Конкурентоспособность можно выявить только сравнением между собой этих предприятий, как в масштабе страны, так и в масштабе мирового рынка [2].

В течение многих лет в нашей стране, да и не только, двигателем производства продукции являлся не спрос, а производство, которое регулировало потребление, формировало потребности и выпуск показателей. И в то время проблема конкурентоспособности товара у производителей практически не возникала. С развитием рыночного механизма эта проблема в нашей стране резко возросла, и ее решение требовало активного поиска путей и методов повышения конкурентоспособности производимых и потребляемых товаров. В связи с этим в современной экономике главным направлением финансово-экономической и производственной деятельности каждого производителя становится повышение конкурентоспособности производимого им товара для закрепления его позиций на рынке в целях получения максимальной прибыли [3].

Известно, что конкурентоспособность определяется двумя основными факторами – ценой и качеством. В оценке конкурентоспособности товаров достаточно четко определен фактор цены. Качество состоит из двух составляющих: уровня потребительских свойств товара и технологического уровня его производства. На практике критерии, по которым потребитель оценивает и выбирает товар, включают в себя гораздо большее число показателей, чем цена и качество. Поэтому при оценке конкурентоспособности товара необходимо учитывать не только требования потребителя к его цене и качеству, но и требования, относящиеся в основном к сфере заключения сделки и эксплуатации товара, такие, как оперативность поставки, обеспеченность деталями, организация сервиса, репутация страны-изготовителя и конкретного поставщика и т. д. [2].

В современных условиях изменяется роль предприятий. Если раньше они конкурировали между собой, то теперь им приходится конкурировать с более успешными в этом деле иностранными предприятиями, что и подтверждает актуальность данной темы.

Таким образом, успех предприятия в конкурентной борьбе требует от предприятия развития его отличительных способностей и компетенций, позволяющих ему побеждать в конкурентной борьбе за потребительский спрос. Решение данной задачи обуславливается и тем, что когда-то достигнутые успехи на рынке при отсутствии постоянной и целенаправленной работы по их наращиванию будут через некоторое время аннулированы ответными действиями конкурентов, поэтому стратегическое планирование должно заключаться в создании комплексной системы управления конкурентными преимуществами фирмы, а эффективная стратегия должна основываться на их удержании и развитии.

Другой отличительной характеристикой конкурентного преимущества является жизненный цикл предприятия, жизнеспособность и способность к развитию. Конку-

рентные преимущества не являются «вечными» из-за двух причин: постоянной попытки отдельных конкурентов их имитировать и в связи с изменением внешней среды. Если компания знает, каковы ее отличительные способности, она может сфокусироваться на их использовании и развитии, не расходуя усилий в менее выгодных направлениях [3].

В рыночной экономике решающим фактором коммерческого успеха является эффективность хозяйственной деятельности предприятия. Это многоаспектное понятие, означающее соответствие производимых предприятием товаров и услуг условиям рынка, конкретным требованиям потребителей не только по своим качественным, техническим, экономическим, эстетическим характеристикам, но и по коммерческим и иным условиям их реализации, включающим такие понятия, как цена, сроки поставки, каналы сбыта, сервис, реклама и т. д.

Актуальность исследования экономической эффективности деятельности предприятия определяется необходимостью обеспечить его устойчивое поступательное развитие для достижения поставленной задачи ускоренного развития нашей страны. Преодолеть сложившуюся зависимость экономического положения страны от экспорта сырьевых ресурсов и импорта готовых высокотехнологичных изделий промышленного назначения и потребительских товаров можно, только научившись выпускать отечественную высококачественную конкурентоспособную продукцию при неуклонном снижении затрат на ее изготовление, т. е. постоянно повышая эффективность хозяйственной деятельности.

Достичь необходимого уровня конкурентоспособности, реализуемой на соответствующих рынках товаров, можно разными способами, скоординированными во времени и пространстве. По содержанию и направлению их можно объединить в четыре взаимосвязанные группы: технические, организационные, экономические и социальные [1].

Среди технических способов повышения конкурентоспособности продукции определяющее место принадлежит постоянному усовершенствованию проектирования, технико-технологической базы предприятия.

Насущной потребностью является разработка и использование разнообразных форм и методов действующего социально-экономического влияния на всю цепочку процессов формирования и обеспечения производства высококачественной и конкурентоспособной продукцией.

Формами и методами экономического влияния на эти процессы является, прежде всего, согласованная система прогнозирования и планирования качества продукции.

Формами влияния социального являются всесторонняя активизация человеческого показателя, проведение эффективной кадровой политики, создание необходимых условий труда и жизнедеятельности [2].

В настоящее время большинство вопросов эффективности производства продолжают оставаться дискуссионными. Такое положение объясняется, в частности, и тем, что многие авторы пытаются одновременно исследовать широкий круг вопросов эффективности, вследствие чего ни один из них не получает надлежащего освещения [1].

Л и т е р а т у р а

1. Калинина, А. П. Комплексный экономический анализ предприятия / А. П. Калинина. – СПб. : Питер, 2009. – 576 с.
2. Клейнер, Г. Б. Микроэкономика знаний и конкурентоспособность предприятий / Г. Б. Клейнер // Современная конкуренция. – 2007. – № 3.
3. Харитонов, В. К. Государство и проблемы конкуренции в современной экономике / В. К. Харитонов // Вопросы экономики. – 2002. – № 2.

ФОРМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИХ СООТНОШЕНИЯ

Н. Н. Игнатенко

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

Научный руководитель И. В. Рачкова

Важнейшей составной частью национального богатства, важнейшим элементом экономического потенциала страны выступают основные фонды (основной капитал). Объекты основных фондов составляют основу любого производства, в процессе которого создается продукция, оказываются услуги и выполняются работы. Основные фонды занимают основной удельный вес в общей сумме основного капитала хозяйствующего субъекта.

В процессе воспроизводства основных фондов решаются следующие задачи:

1. Возмещение выбывающих по различным причинам основных фондов.
2. Увеличение массы основных фондов с целью расширения объема производства.
3. Совершенствование видовой, технологической и возрастной структуры основных фондов, т. е. повышение технического уровня производства [2].

Под простым воспроизводством основных фондов понимаются мероприятия по поддержанию их в работоспособном состоянии, обеспечивающем соответствующий технический уровень производства. Это достигается путем реализации мероприятий системы планово-предупредительного ремонта, в частности, проведения технического осмотра, текущего, среднего и капитального ремонтов. Эти виды ремонтов и обслуживания оборудования распределены во времени в соответствии со структурой ремонтного цикла.

Существуют различные формы простого и расширенного воспроизводства основных фондов. Формы простого воспроизводства – замена устаревшего средства труда и капитальный ремонт. Предприятия имеют право создавать ремонтный фонд. Годовая сумма отчислений в ремонтный фонд определяется предприятием по самостоятельно утвержденным им нормативам. Этот фонд используется для финансирования всех видов ремонта основных фондов.

Ремонтный фонд может и не создаваться. Тогда затраты на ремонт включаются непосредственно в себестоимость продукции, а по непроизводственным фондам погашаются за счет прибыли. Ремонтный фонд позволяет более равномерно списывать затраты на ремонт.

К формам расширенного воспроизводства основных фондов относятся новое строительство, расширение действующих предприятий, их реконструкция и техническое перевооружение, модернизация оборудования. Каждая из этих форм решает определенные задачи, имеет преимущества и недостатки [1].

Новое строительство – новые предприятия с элементами основных фондов, которые соответствуют требованиям технического прогресса. Однако в период перехода к рыночной экономике, когда происходит спад производства и многие предприятия прекращают свою деятельность из-за недостатка средств, предпочтение отдается реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий. При реконструкции основная часть капитальных вложений направляется на совершенствование активной части фондов при использовании старых производственных зданий, сооружений. Увеличение доли затрат на оборудование дает возможность при том же объеме капитальных вложений получить больший прирост произ-

водства и на этой основе увеличить производительность труда, снизить себестоимость продукции.

Также имеет место модернизация оборудования – его обновление в целях полного или частичного устранения морального износа второй формы и повышения технико-экономических характеристик до уровня аналогичного оборудования более совершенных конструкций.

Количественно процессы воспроизводства основных фондов оцениваются показателями состояния и движения. Показатели состояния отражают степень изношенности основных фондов. К ним относятся:

– коэффициент износа, определяемый отношением суммы износа к полной стоимости наличных основных фондов;

– коэффициент годности, рассчитываемый как отношение остаточной стоимости основных средств к полной стоимости наличных основных средств на конец отчетного периода.

Движение основных фондов в течение анализируемого периода характеризуют такие показатели:

– коэффициент поступления, определяемый отношением стоимости вновь введенных основных средств к их стоимости на конец года;

– коэффициент обновления – отношение стоимости новых, технически совершенных основных средств к их стоимости на конец отчетного периода;

– коэффициент выбытия основных средств – отношение стоимости всех выбывших основных средств к их стоимости на начало отчетного периода;

– коэффициент ликвидации, определяемый отношением стоимости ликвидированных основных средств к их стоимости на начало отчетного года.

Темп прироста стоимости основных фондов определяется отношением разности стоимости поступивших и выбывших основных средств к их стоимости на начало периода. Чтобы оценить характер воспроизводственных процессов на предприятии, целесообразно перечисленные показатели рассматривать в динамике и не только в целом по основным фондам предприятия, но и по отдельным видовым группам [3].

Характеристики воспроизводства основных фондов отражаются в балансе основных фондов по следующей принципиальной формуле:

$$\Phi_k = \Phi_n + \Phi_v - \Phi_p,$$

где Φ_k – стоимость основных фондов на конец года, млн р.; Φ_n – стоимость основных фондов на начало года, млн р.; Φ_v – стоимость основных фондов, вводимых в планируемом году, млн р.; Φ_p – стоимость основных фондов, выбывающих в планируемом году, млн р.

Процесс воспроизводства основных фондов может осуществляться за счет различных источников. Основные средства для воспроизводства основных фондов на предприятии могут поступать по следующим каналам:

– как вклад в уставный капитал предприятия;

– в результате капитальных вложений;

– в результате безвозмездной передачи;

– вследствие аренды [4].

Литература

1. Экономика предприятия : учебник / под ред. А. Е. Карлика, М. Л. Шухгалтера. – М. : ИНФРА-М., 2007.

2. Экономика предприятия : учебник для вузов / под ред. проф. В. Я. Горфинкеля, проф. В. А. Швандара. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007.
3. Экономика предприятия : учебник / под ред. И. В. Сергеева. – М. : Финансы и статистика. – М., 2005.
4. Янковский, К. П. Организация инвестиционной и инновационной деятельности / К. П. Янковский, И. Ф. Мухарь. – СПб. : Питер, 2006.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ОСНОВНАЯ ФОРМА ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

О. И. Водич

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Производственное предприятие должно непрерывно совершенствовать все сферы своей деятельности в связи с наличием объективных внешних глобальных процессов, к которым относятся рост народонаселения и его возрастающие потребности, развитие науки и техники, всеобщее расширенное производство, конкуренция. Возрастание масштабов мирового производства приводит к увеличению удельных затрат на изготовление продукции; при этом увеличиваются расходы на охрану окружающей среды, повышаются требования к качеству выпускаемой продукции, ожесточается конкуренция между товаропроизводителями, возрастает заработная плата работников по мере роста их потребностей. В таких условиях ни одно предприятие не сможет сколько-нибудь долго существовать, не внося заметных усовершенствований в свою работу. Прежде всего, совершенствуются средства, методы и организация производства, т. е. проводятся внедрение в производство новых машин, оборудования, инструмента, новых материалов, использование новых технологий и способов производства продукции, усовершенствование и применение новых прогрессивных методов, средств и правил организации и управления производством.

Воспроизводство основных средств предприятия – это непрерывный процесс их обновления путем приобретения новых, реконструкции, технического перевооружения, модернизации и капитального ремонта, включающий следующие взаимосвязанные стадии:

- создание;
- потребление;
- амортизация;
- восстановление и возмещение.

Стадии воспроизводства основных средств разделены на две части. Одна часть – это создание основных средств, что чаще всего происходит вне предприятия. Создание основных средств в соответствии с их структурой происходит в двух сферах: в строительной индустрии и машиностроении. Вторая часть – это стадии, которые осуществляются внутри предприятия.

Начальной стадией воспроизводства основных средств, которая осуществляется на предприятии, является стадия их приобретения и формирования. Для нового предприятия, которое только создается, процесс формирования означает строительство зданий и сооружений, приобретение оборудования, соответствующего технологическому процессу, стоимости и качеству продукции.

Существуют различные формы простого и расширенного воспроизводства основных средств. Формы простого воспроизводства – замена устаревших средств труда и капитальный ремонт, формы расширенного воспроизводства – новое строительство, расширение действующих предприятий, их реконструкция и техническое перевооружение, модернизация оборудования.

Каждая из этих форм решает определенные задачи, имеет преимущества и недостатки. Так, за счет нового строительства вводятся в действие новые предприятия, на которых все элементы основных средств соответствуют современным требованиям технического прогресса. В период же, когда происходит спад производства и многие предприятия прекращают свою деятельность, предпочтение должно быть отдано реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий.

Реконструкция чаще всего может происходить в двух вариантах:

– при первом варианте в процессе реконструкции по новому проекту происходит расширение и переустройство существующих сооружений, цехов и т. п.

– при втором варианте основная часть капитальных вложений направляется на обновление активной части основных фондов (машины, оборудование) при использовании старых производственных зданий и сооружений.

Обычно второй вариант реконструкции в хозяйственной практике называется техническим перевооружением. Увеличение доли затрат на оборудование дает возможность при том же объеме капитальных вложений получить больший прирост продукции со значительно меньшими материальными затратами и в более короткие сроки, чем строительство новых предприятий, и на этой основе увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции.

Формой расширенного воспроизводства основных средств является и модернизация оборудования, под которой понимается его обновление с целью полного или частичного устранения морального износа второй формы и повышения технико-экономических показателей до уровня аналогичного оборудования более совершенных конструкций.

Модернизация оборудования может проводиться по нескольким направлениям:

– совершенствование конструкций действующих машин, повышающее их режимные характеристики и технические возможности;

– механизация и автоматизация станков и механизмов, позволяющие увеличить производительность оборудования;

– перевод оборудования на программное управление.

Модернизация оборудования экономически эффективна, если в результате ее проведения возрастает годовой объем производства, увеличивается производительность труда и снижается себестоимость продукции. При этом необходимо, чтобы рентабельность производства повышалась. Последнее может быть достигнуто, если относительный прирост прибыли будет больше, чем увеличение стоимости производственных средств в результате затрат на модернизацию.

Основная цель воспроизводства основных средств – обеспечение предприятий основными средствами в их количественном и качественном составе, а также поддержание их в рабочем состоянии.

В процессе воспроизводства основных средств решаются следующие задачи:

– возмещение выбывающих по различным причинам основных средств;

– увеличение массы основных средств с целью расширения объема производства;

– совершенствование видовой, технологической и возрастной структуры основных средств, т. е. повышение технического уровня производства.

Процесс воспроизводства основных средств может осуществляться за счет различных источников. Основные финансовые ресурсы для воспроизводства основных средств на предприятии могут поступать по следующим каналам:

- как вклад в уставный капитал предприятия;
- в результате капитальных вложений;
- в результате безвозмездной передачи;
- вследствие аренды.

Рассмотрим более подробно техническое перевооружение как форму воспроизводства основных средств предприятия наиболее соответствующую современным условиям хозяйствования.

Определение сущности технического перевооружения производства является первым шагом в формировании экономического механизма управления этим процессом. Основная задача, стоящая перед данным механизмом, – повышение эффективности работ, осуществляемых в рамках технического перевооружения действующих предприятий.

Техническое перевооружение предприятия или его подразделения – это обновление производственных фондов, при котором происходит замена старой производственной техники и технологии на новую, с более высокими технико-экономическими показателями, без расширения производственной площади.

К признакам, отличающим техническое перевооружение от других форм воспроизводства, следует отнести постоянный и непрерывный характер осуществления, обновления преимущественно активной части основных производственных фондов, локальность объектов производства, подвергающихся перевооружению, нерасширение производственных площадей.

Экономические исследования и накопленный хозяйственный опыт свидетельствуют, что в настоящее время основой технического перевооружения является широкое внедрение новых прогрессивных технологий. Задачи усовершенствования техники и организации производства напрямую связываются с потребностями рынка. Эти вопросы решаются инженерами, маркетологами и экономистами, которые разрабатывают техническую политику. Комплекс работ по техническому перевооружению предприятия включает в себя технический аудит, поставку инструментов и оборудования, пуско-наладочные работы, внедрение новых технологий, обучение персонала, сервисное обслуживание технического комплекса предприятия. Для успешного осуществления поставленных задач в отраслях, в объединениях и на предприятиях разрабатываются комплексные программы технического перевооружения предприятий. Основным источником средств на эти цели является фонд развития производства.

Учитывая, что нужно не только внедрить новую для республики организацию производства и новое для нас оборудование, но и обеспечить, хотя бы частично, загрузку создаваемых производств экспортными заказами, целесообразно для этих целей использовать опыт западных инжиниринговых и консалтинговых фирм. Инженерный консалтинг не может подсказать предприятию, какую продукцию лучше выпускать, так как эти вопросы помогают решить стратегические консультанты. Но когда идея сформулирована, начинаются зоны влияния инженерного консалтинга – от процесса создания опытного образца до выпуска заданной партии продукции в фиксированные сроки с требуемым качеством и приемлемой себестоимостью.

Инженерный консалтинг предлагает перейти от бессистемных закупок нового оборудования к поэтапной реализации плана технического и технологического раз-

вития. Стратегическая цель инженерного консалтинга – добиться того, чтобы предприятие могло обходиться собственными силами при производстве на новом оборудовании. Инженерный консалтинг работает в тесном контакте со специалистами заказчика, они вместе формируют, адаптируют и документируют технологию для определенной номенклатуры изделий. Заказчик получает новую технологию создания изделия, отработанные организационные моменты. Он получает не только конкретное оборудование, инструмент и программное обеспечение, но и процессы создания изделий на основе современных технологий их производства. Для реализации данных целей необходимо быстро создавать свои инженерные центры.

Техническое перевооружение производства является одним из инструментов практической реализации научно-технического прогресса и основным способом повышения конкурентоспособности предприятий Республики Беларусь.

Секция VII

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АПК

УПРАВЛЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НИГЕРИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

Одоко Дан

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель В. Г. Янчевский

Гарантия достаточного продовольственного обеспечения – одна из проблем международной и национальной экономической безопасности, занимающая ведущее место в политике государств. Комплексные мероприятия в области снабжения продовольствием, получившие самостоятельную значимость, являются одним из главных «структурных блоков» национальной безопасности всех стран. При этом вопросы продовольственного положения и развития сельского хозяйства рассматриваются в качестве приоритетных.

Проблема продовольственной безопасности носит глобальный характер: производство, распределение и торговля продуктами питания «волнуют» каждое государство независимо от того, страдает ли его население от голода и недоедания или обеспечено продовольственными товарами в достаточном или избыточном количестве. Продовольствие является одним из основных средств для существования, количество и качество которого является одним из ключевых требований для здоровой и продуктивной жизни.

Обеспечение сбалансированного питания является необходимым для выживания общества, в том смысле, что это важно для самосохранения. В Нигерии наблюдается дефицит продуктов питания. Так, в среднем потребление белка на душу населения в сутки составляет 50,8 г (85,5 % и 14,5 % растительного и животного происхождения соответственно). Этого явно недостаточно по сравнению с минимальной нормой белка в мире – 70 г на душу населения в сутки, 50 % из которых должны быть животного происхождения. Острый дефицит белка в рационе граждан страны привел к массовым заболеваниям нигерийского народа, особенно кормящих матерей и маленьких детей.

Именно из-за жесткой экономической ситуации в стране и снижения покупательной способности национальной валюты (найра) нигерийцы были лишены доступа к достаточному количеству продуктов питания для активной и здоровой жизни. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует не менее 20 г животного белка на душу населения в сутки для обеспечения продовольственной безопасности.

Цены на продукты питания продолжают расти с каждым днем. Достаточное количество продуктов питания на национальном уровне не приводит к продовольственной безопасности многих семей, часть которых находятся за чертой бедности и не имеют покупательской способности приобретать продукты питания в достаточном количестве соответствующего качества. В среднем, доход на душу населения в месяц в Нигерии составляет 300 найра или 2 дол. США.

Продовольственная стратегия государства направлена на достижение продовольственной безопасности как важнейшего условия сохранения их суверенитета и независимости, экономической стабильности и социальной устойчивости. Она заключается в оптимальной для национальных условий комбинации политических, экономических, социальных, культурных, психологических и прочих факторов, ориентированных на более полное снабжение населения продуктами питания, исходя из медицинских норм потребления калорий, аминокислот и микроэлементов. Задача правительства состоит в том, чтобы на основе объективных экономических процессов разработать долгосрочные цели продовольственного обеспечения и принять соответствующие меры социально-экономического регулирования.

В настоящее время Нигерия не в состоянии обеспечить население надлежащим количеством продуктов питания. Это объясняется рядом причин:

1. Нерационально используются земельные угодия.
2. Большие потери сельскохозяйственной продукции в процессе хранения и переработки.
3. Слабая механизация сельского хозяйства.
4. Отсутствие средств для закупки удобрений.
5. Незрелость предпринимательства в сельской местности.

В современной Нигерии не отработан в достаточной мере организационно-экономический механизм управления продовольственной безопасностью на государственном уровне: отсутствует Национальная программа по обеспечению продовольственной безопасности.

Для решения поставленных задач необходимо создание системы поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, поэтапное увеличение объемов финансирования, обеспечивающего нормальную деятельность сельскохозяйственных предприятий. По статистическим данным, от 30 до 40 % сельскохозяйственной продукции теряется в пути между фермой и потребителем. Для того чтобы оптимизировать производительность, следует укреплять потенциал сохранения ценности пищевых продуктов и сократить отходы при одновременном повышении пищевой ценности и безопасности пищевых продуктов для потребителей. Нужно упростить пути транспортировки товаров от производителей, следует активнее способствовать массовому появлению крупных фермерских хозяйств, что поможет решить проблему с развитием местных рынков и снизить миграцию населения города.

Литература

1. Концепция национальной продовольственной безопасности. – Минск : Ин-т аграр. экономики, 2004. – 96 с.
2. Food Safety Strategic. Planning Meeting. Report of a WHO Strategic Planning Meeting, 20–22 February. – 2010. – World Health Organization (WHO). Geneva, Switzerland.
3. Transforming Africa's Economies: Overview. Economic Commission for Africa. Addis Ababa. 2001.
4. Бизнес таймс. – Лагос, 4 дек. 2010.

**ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСООТДАЧИ
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
ИНТЕГРИРОВАННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Н. В. Ермалинская

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

Научный руководитель В. И. Бельский

Введение

Развитие кооперативно-интеграционных процессов в национальном агропромышленном комплексе (АПК), рассматриваемых в современных условиях в качестве стратегически важного направления, определяет актуальность вопросов анализа эффективности агропромышленной интеграции, в том числе оценки уровня сбалансированности ресурсообеспечения совместного производства интегрированных субъектов.

Цель исследований – разработка методического инструментария и оценка резервов повышения ресурсоотдачи в сельскохозяйственном производстве кооперативно-интеграционных формирований АПК Гомельской области.

Концептуально обоснование научных положений осуществлялось на основе синтеза теории производственных функций и предельного анализа.

Основная часть

Качественной составляющей эффективности функционирования, характеристикой состояния интегрированного производства является оптимальность соотношения, сбалансированность между его составляющими элементами, в том числе рациональность распределение ограниченных производственных ресурсов [1, с. 8].

Ряд ученых, занимающихся изучением вопросов количественной оценки сбалансированности (оптимальности) производства, предельной эффективности его ресурсообеспечения (В. А. Воробьев, С. А. Константинов, В. Д. Шмыков [2, с. 47]), отмечают, что в качестве измерительного инструментария состояния сбалансированности производства может быть использована система предельных величин.

По оценке таких авторов, как Е. В. Мартыненко [3], Д. Д. Сазонова, С. Н. Сазонов [4], расчет предельных параметров производства может быть реализован на базе экономико-математического моделирования и теории производственных функций.

С учетом приведенных взглядов, а также результатов собственных исследований, нами разработана методика определения сбалансированного ресурсного обеспечения деятельности кооперативно-интеграционных структур в АПК [5]. Методика включает ряд этапов: *расчетно-статистический* – построение частных (с учетом интенсивности ведения отрасли) и общих многофакторных степенных функций в форме Кобба–Дугласа; *аналитический* – определение уровня обеспеченности ресурсами производства (недостаточного, оптимального, избыточного) путем сравнения предельной производительности факторов (частных производных многофакторной функции) с затратами на их привлечение; *коррекционный* – установление необходимости и определение объемов перераспределения двух ресурсов между производством двух видов продукции на основе предельных норм технологического замещения факторов производства.

Для оценки возможностей методики нами проведена ее апробация на материалах 37 кооперативно-интеграционных структур АПК Гомельской области. Выборка для анализа в отрасли животноводства составила 185 наблюдений за период 2006–2010 гг.

Проведенные расчеты позволили:

1) оценить предельную производительность факторов в производстве мяса крупного рогатого скота (КРС) и молока на основе функций предельных продуктов-ресурсов (табл. 1);

2) рассчитать усредненные оптимальные объемы и существующие резервы роста эффективности использования ресурсов (рис. 1) в производстве мяса КРС и молока при различных уровнях интенсивности ведения отрасли;

3) оценить варианты перераспределения ресурсов (трудозатрат, основных средств) между производством мяса КРС и молока, а также определить степень их достоверности и экономической эффективности практической реализации (табл. 2);

4) провести корректировку расчетных объемов перераспределения факторов на базе результатов дискретного анализа изменения предельного и среднего продуктов при замещении факторов в производстве мяса КРС и молока.

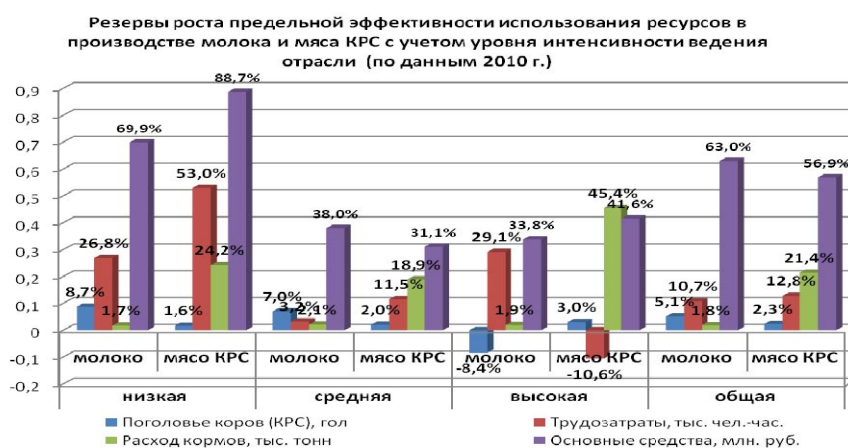


Рис. 1. Резервы роста эффективности использования ресурсов в молочной и мясной отраслях интегрированных формирований агропромышленного комплекса Гомельской области

Примечание. Рисунок составлен автором по результатам собственных исследований.

Таблица 1

Функции предельных продуктов ресурсов в производстве мяса крупного рогатого скота и молока в интегрированных структурах АПК Гомельской области (по общей модели)

| Факторы | В абсолютных параметрах | | В относительных параметрах | |
|--|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | Мясо крупного рогатого скота | Молоко | Мясо крупного рогатого скота | Молоко |
| Поголовье крупного рогатого скота (коров), голов | $3,8 \cdot X_1^{-0,993}$ | $400,6 \cdot X_1^{-0,922}$ | $0,007 \cdot X_1^{-0,993}$ | $0,079 \cdot X_1^{-0,922}$ |
| Трудозатраты, тыс. чел.-ч. | $12,0 \cdot X_2^{-0,979}$ | $655,0 \cdot X_2^{-0,872}$ | $0,022 \cdot X_2^{-0,979}$ | $0,129 \cdot X_2^{-0,872}$ |
| Расход кормов, тыс. т | $18,0 \cdot X_3^{-0,968}$ | $35,8 \cdot X_3^{-0,993}$ | $0,032 \cdot X_3^{-0,968}$ | $0,007 \cdot X_3^{-0,993}$ |
| Основные средства, млн р. | $8,4 \cdot X_4^{-0,985}$ | $359,0 \cdot X_4^{-0,930}$ | $0,015 \cdot X_4^{-0,985}$ | $0,070 \cdot X_4^{-0,930}$ |

Примечания: 1. Таблица составлена автором по результатам собственных исследований.

2. Оценка проводилась по средним величинам ресурсообеспеченности в 2010 г. на одного хозяйствующего субъекта.

Заключение. По результатам анализа нами определены направления развития животноводства в интегрированных структурах АПК Гомельской области: *в производстве мяса КРС* – улучшение породного состава скота с учетом специализации хозяйств; повышение уровня качества и сбалансированности кормов; организация работы на основе использования современного оборудования и передовых технологий; *в производстве молока* – оптимизация объемов используемых факторов с учетом интенсивности ведения отрасли; более полное использование резервов повышения ресурсоотдачи (рис. 1) путем вовлечения в производство дополнительных объемов факторов, имеющих высокую предельную производительность (труд, поголовье, основные средства) (табл. 1) при сохранении приемлемого соотношения «цена–качество».

Таблица 2

Результаты оценки параметров перераспределения факторов

| Параметр | Фактор | Мясо крепкого рогатого скота (А) | Молоко (В) |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1. Соотношение объемов первичного фактора в производствах | Фактическое (А/В) | 0,745 (0,750) ² | |
| | Оптимальное (А/В) | 0,758 (0,678) | |
| 2. Перераспределение в относительных параметрах | Трудозатраты, % | +1,84 (+9,66) | -1,35 (-5,76) |
| | Основные средства, % | -2,65 (-14,16) | +2,46 (+10,62) |
| | Конечная продукция, % | +1,50 (+1,46) | +0,70 (+0,65) |
| 3. Перераспределение в абсолютных параметрах | Трудозатраты, тыс. чел.-ч. | +1,85 (+9,85) | -1,85 (-7,90) |
| | Основные средства, млн р. | -6,20 (-33,13) | +7,77 (+33,13) |
| | Конечная продукция, т | +8,31 (+8,09) | +35,67 (+33,12) |
| 4. Эффективность перераспределения | Стоимость прироста продукции, тыс. р. | +64 790 (+61 630) | |
| 5. Степень достоверности расчетов | Ошибка распределения, % | 5,61 (5,50) | |
| | Уровень точности | высокая (< 10 %) | |

Примечания: 1. Таблица составлена по результатам собственных исследований.

2. I (II) варианты перераспределения, в качестве первично перераспределяемого фактора использованы соответственно трудозатраты (основные средства).

3. Оценка проводилась по средним величинам ресурсообеспеченности в 2010 г. на одного хозяйствующего субъекта.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки научно-обоснованных мер по оптимизации параметров производства в интегрированных структурах АПК, в том числе путем перераспределения факторов, с целью повышения эффективности использования земельных, материально-технических, трудовых ресурсов и обеспечения прироста производства продукции сельского хозяйства и продовольствия.

Литература

1. Ермалинская, Н. В. Методика комплексной оценки эффективности функционирования интегрированных формирований в АПК / Н. В. Ермалинская // Аграр. экономика. – 2011. – № 11. – С. 7–15.

2. Воробьев, В. А. Государственное регулирование сельского хозяйства : учеб. пособие / В. А. Воробьев, С. А. Константинов, В. Д. Шмыков. – Минск, 1998. – 343 с.
3. Мартыненко, Е. В. Повышение комплексной эффективности сельскохозяйственного производства региона на основе рационального использования ресурсов (на материалах Республики Адыгея) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 [Электронный ресурс] / Е. В. Мартыненко ; ГОУ ВПО «Адыгейский гос. ун-т». – Майкоп, 2009. – Режим доступа: http://www.adygnet.ru/nauchrab/uchrab_new/nauchres/docs/avtoreferat_martynen_ko.doc. – Дата доступа: 05.03.2012.
4. Сазонова, Д. Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств / Д. Д. Сазонова, С. Н. Сазонов. – М. : Независимый экон. аналитический центр по проблемам деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств, 2010. – 160 с.
5. Ермалинская, Н. В. Анализ эффективности использования ресурсов в интегрированных структурах АПК Гомельской области / Н. В. Ермалинская // Актуальные вопр. экон. развития: теория и практика : материалы Междунар. науч. конф., Гомель, 19–20 окт. 2012 г. : в 2 ч. / Гомел. гос. ун-т имени Ф. Скорины ; редкол. : Б. В. Сорвиров [и др.]. – Гомель, 2012. – Ч. I. – С. 46–52.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ГЗЛИН»

А. А. Матьякубов

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

Научные руководители: О. А. Полозова, Т. В. Алферова

Директивой Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» от 14 июня 2007 г. № 3 и Указом Президента «О Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь» от 17 сентября 2007 г. № 433 поставлена задача снижения энергоемкости ВВП в 2015 г. на 50 % к уровню 2005 г. и увеличения доли местных видов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в балансе котельно-печного топлива страны до 28 % в 2013 г. Для выполнения этой задачи в 2011–2015 гг. необходимо снизить энергоемкость ВВП на 29–32 % по отношению к 2010 г. при росте ВВП до 162–168 %.

Одним из направлений для достижения поставленной цели является внедрение парогазовых, газотурбинных и газопоршневых технологий для производства электрической и тепловой энергии с КПД не менее 57 % со снижением удельного расхода топлива на выработку электроэнергии на 10 % к 2015 г. и на 15 % – к 2020 г.

Как показывает практика, собственные энергоисточники целесообразно использовать при нагрузках примерно 10–20 МВт. В качестве собственных генерирующих источников в диапазоне мощностей от 0,1 до 20 МВт применяют газопоршневые агрегаты, а при мощности от 1,5 до 50 МВт и выше предпочтение отдают газотурбинным установкам. Возможны два режима работы таких генерирующих источников: параллельный – с энергосистемой и автономный – с собственной нагрузкой.

Режим работы предприятия с использованием сопутствующей тепловой энергии имеет свой технический термин – когенерация, которая обеспечивает энергетическую независимость потребителей, высокую надежность энергоснабжения и существенное снижение затрат топлива за счет комбинированного производства электрической и тепловой энергии. Когенерационные установки могут использовать в качестве топлива не только высококачественные энергоресурсы (природный, попутный газ и т. д.), но и вторичные энергоресурсы (газы мусорных свалок, сточных вод и др.).

Программой по энергосбережению на государственном предприятии «ГЗЛиН» предусмотрена установка двух газопоршневых агрегатов (ГПА) Jenbacher «JMS 612 GS-N/L» (Австрия), технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики газопоршневых агрегатов

| Наименование | Единица измерения | Значение |
|---------------------------|---------------------|----------|
| Количество двигателей | шт | 2 |
| Полная мощность двигателя | кВт | 1871 |
| Электрическая мощность | кВт | 1822 |
| Электрический КПД | % | 43,4 |
| Тепловая мощность | кВт | 1808 |
| Тепловой КПД | % | 43 |
| Число часов работы за год | ч | 7440 |
| Часовой расход газа | м ³ /ч | 495 |
| Годовой расход газа | тыс. м ³ | 3682,8 |

Годовой отпуск тепловой энергии когенерационных установок (КГУ) составит 22487 Гкал/год, которая будет направлена на замещение потребления тепловой энергии: на технологические нужды цеха по окраске (нагрев моющих растворов) – 9624 Гкал; на горячее водоснабжение – 4963 Гкал; в качестве сушильного агента в сушильных камерах цеха по окраске, что заменит прямое сжигание природного газа на ТГТ для сушки изделий после мойки в количестве 7900 Гкал.

Установка КГУ позволит:

- частично отказаться от покупной электрической энергии, что приведет к снижению платы за нее в размере 37188,59 млн р./год;
- снизить потребление природного газа ТГТ в цехе по окраске на 1191,1 тыс. м³/год (3320,78 млн р./год);
- годовые эксплуатационные расходы ГПА составляют 30052,2 млн р./год.

Технико-экономические показатели КГУ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели когенерационных установок

| Показатели | Единица измерения | Jenbacher JMS612 GS-NL 2 ед. · 1,822 МВт |
|--|-------------------|--|
| 1. Годовой отпуск электроэнергии | млн кВт · ч | 26,433 |
| 2. Годовой отпуск тепловой энергии | тыс. Гкал | 22,487 |
| 3. Годовой расход условного топлива | т у.т./год | 8471 |
| В том числе: | | |
| 3.1. На производство тепловой энергии | т у. т./год | 3663 |
| 3.2. На производство электрической энергии | т у. т./год | 4808 |
| 4. Удельный расход условного топлива: | | |
| 4.1. На отпуск электроэнергии | г у. т./кВт · ч | 181,9 |

Окончание табл. 2

| Показатели | Единица измерения | Jenbacher JMS612 GS-NL 2 ед. · 1,822 МВт |
|---------------------------------|-------------------|--|
| 4.2. На отпуск тепловой энергии | кг у.т./Гкал | 162,9 |
| 5. Себестоимость производства: | | |
| 5.1. Электроэнергии | р./кВт · ч | 645,275 |
| 5.2. Тепловой энергии | тыс. р./Гкал | 577,87 |
| 6. Годовая экономия ТЭР | т у. т./год | 4861,28 |
| 7. Срок окупаемости: | | |
| 7.1. Статический | год | 5,1 |
| 7.2. Динамический | год | 7,0 |

График зависимости ЧДД от времени представлен на рис. 1.

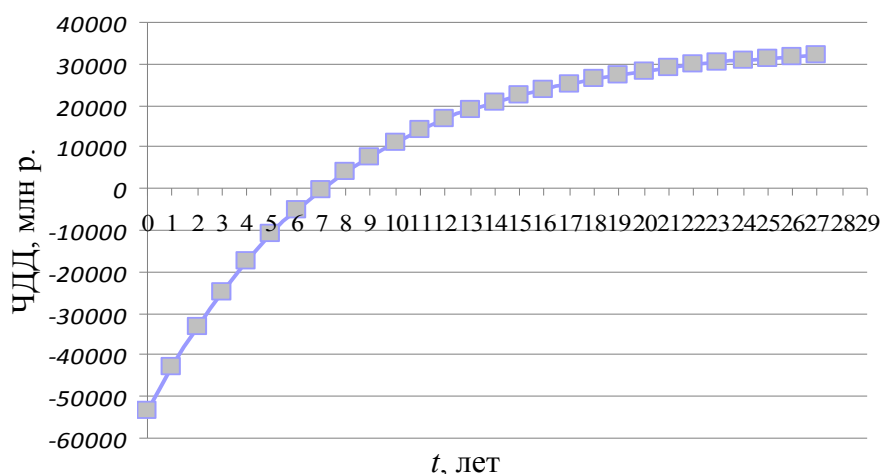


Рис. 1. График зависимости ЧДД от времени

Анализируя вышеизложенное, сформулируем основные выводы, вытекающие из технико-экономического обоснования инвестирования в проект установки КГУ на государственном предприятии «ГЗЛиН»:

1. Проект удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым при отборе проектов для финансирования (текущий чистый дисконтированный доход (NPV)) превышает нулевую отметку, срок окупаемости капиталовложений меньше, чем срок эксплуатации оборудования.

2. Реализация проекта обеспечивает значительную экономию органического топлива (около 5 тыс. т условного топлива) и повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, что признано одним из приоритетных направлений развития Республики Беларусь на ближайшую перспективу.

3/ Снижение расхода органического топлива приводит к улучшению экологической обстановки в стране за счет снижения величины вредных выбросов в атмосферу.

Л и т е р а т у р а

1. Директива Президента Республики Беларусь № 3 от 14 июня 2007 г.
2. Гулбрандсен, Т. Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент / Т. Х. Гулбрандсен, П. Л. Падалко, В. Л. Червинский.

3. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск, 2006.
4. Забелло, Е. Особенности реконструкции схемы электроснабжения предприятия при подключении собственного генерирующего источника / Е. Забелло, В. Тополев // Энергетика и ТЭК. – 2011. – № 2.
5. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energoeffekt.gov.by>. – Дата доступа: 15.03.2013.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

К. С. Фесенко

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Обеспечение продовольственной безопасности является стратегически важным направлением политики, одним из условий сохранения экономической стабильности, социальной устойчивости и суверенитета государства. Если продовольствия недостаточно и треть населения не может приобрести его, то страна или регион объявляются зоной бедствия. Гарантировать продовольственную безопасность в полной мере может только государство: оно формирует взвешенную продовольственную политику и создает условия для ее реализации, в первую очередь, за счет собственного производства продовольствия на основе устойчивого функционирования сельского хозяйства. О необходимости его приоритетного развития свидетельствуют тенденции формирования мировых продовольственных ресурсов. Дефицит мировых продовольственных ресурсов, прогнозируемый на период до 2030 г., и сокращение переходящих запасов указывают на возможность смещения рынка из сферы коммерческой в политическую. Это существенно усложняет решение продовольственной проблемы для государств, зависящих от импорта. Специалисты ФАО в своих прогнозах отмечают, что тенденции в производстве неадекватны росту потребности в продукции. Количество жителей планеты увеличивается приблизительно на 1,4 % в год, в то время как производство продовольствия на душу населения – только на 0,9 %. В результате число голодающих и недоедающих в мире (почти миллиард человек) не только не сокращается, а, наоборот, – увеличивается. В 2030 г. потребление продуктов питания на душу населения, гарантирующее продовольственную безопасность в полном объеме (3500 ккал в сутки), ожидается только в индустриально развитых странах [1].

По результатам исследования можно сказать, что Республика Беларусь обладает высокой продовольственной обеспеченностью. Так, по производству многих продуктов (овощи, рапс, сахарная свекла, яйца) на конец 2010 г. достигается превышение верхней границы оптимистического уровня продовольственной безопасности, что говорит об устойчивой ориентации на экспорт и гарантии продовольственной безопасности при рациональном потреблении. При такой ситуации сфера производства продовольствия в стране угрозам не подвержена. По остальным видам продукции (зерно, картофель, мясо, молоко), за исключением фруктов, достигается верхняя граница критического уровня, что соответствует диапазону от 60 % до 80 % обеспеченности независимости от импорта. Выращивание фруктов соответствует минимальному уровню сельскохозяйственного производства. На основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь нами составлена сводная таблица, отражающая фактические и прогнозные показатели производства продукции в Республике Беларусь за период 2005–2020 гг. (табл. 1).

Таблица 1

**Фактические и прогнозные показатели производства продукции
в Республике Беларусь за период 2005–2020 гг.**

| Вид продукции | Индикаторы продовольственной безопасности, тыс. т | | | | Производство продукции, тыс. т | | | | | | | |
|--------------------|---|------|----------------------|-------|--------------------------------|------|------|------|------|------|---------|-------|
| | Крити- ческий | | Оптимис- тический | | Факт | | | | | | Прогноз | |
| | I | II | I | II | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2015 | 2020 |
| Зерно | 5500 | 6000 | 9000 | 10000 | 6421 | 5924 | 7217 | 9015 | 8510 | 6993 | 9360 | 10000 |
| Картофель | 5000 | 6000 | 8000 | 9000 | 8185 | 8329 | 8744 | 8749 | 7125 | 7831 | 7840 | 8000 |
| Овощи | 800 | 1000 | 1500 | 1700 | 2007 | 2174 | 2053 | 2295 | 2308 | 2334 | 2540 | 2700 |
| Фрукты | 600 | 700 | 800 | 950 | 382 | 717 | 420 | 595 | 692 | 698 | 950 | 1000 |
| Рапс | 130 | 150 | 200 | 250 | 150 | 115 | 244 | 514 | 612 | 374 | 715 | 1000 |
| Сахарная свекла | 1300 | 1500 | 2800 | 3000 | 3068 | 3980 | 3626 | 4030 | 3973 | 3767 | 4370 | 4580 |
| Мясо | 900 | 1000 | 1500 | 1800 | 1024 | 1117 | 1172 | 1217 | 1335 | 1398 | 1510 | 1500 |
| Молоко | 4200 | 4500 | 7500 | 8500 | 5678 | 5943 | 5887 | 6230 | 6579 | 6626 | 7400 | 7500 |
| Яйца | 1900 | 2000 | 2600 | 2900 | 3103 | 3351 | 3222 | 3319 | 3403 | 3537 | 3500 | 3500 |

Источник. Составлено автором по данным [1], [2].

По данным таблицы выполнен расчет фактических и прогнозных показателей производства приведенных видов продукции по отношению к нижней (I) и верхней (II) границам оптимистического уровня (табл. 2).

Таблица 2

**Индексы продовольственной безопасности по отношению
к оптимистическому уровню**

| Показа- тель | Годы | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2015 | | 2020 | |
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Зерно | 0,71 | 0,64 | 0,66 | 0,59 | 0,8 | 0,72 | 1 | 0,9 | 0,95 | 0,85 | 0,78 | 0,7 | 1,04 | 0,94 | 1,11 | 1 |
| Картофель | 1,02 | 0,91 | 1,04 | 0,93 | 1,09 | 0,97 | 1,09 | 0,97 | 0,89 | 0,79 | 0,98 | 0,87 | 0,98 | 0,87 | 1 | 0,89 |
| Овощи | 1,34 | 1,18 | 1,45 | 1,28 | 1,37 | 1,21 | 1,53 | 1,35 | 1,54 | 1,36 | 1,56 | 1,37 | 1,69 | 1,49 | 1,8 | 1,59 |
| Фрукты | 0,48 | 0,4 | 0,9 | 0,75 | 0,53 | 0,44 | 0,74 | 0,63 | 0,87 | 0,73 | 0,87 | 0,73 | 1,19 | 1 | 1,25 | 1,05 |
| Рапс | 0,75 | 0,6 | 0,58 | 0,46 | 1,22 | 0,98 | 2,57 | 2,06 | 3,06 | 2,45 | 1,87 | 1,5 | 3,58 | 2,86 | 5 | 4 |
| Сахарная свекла | 1,1 | 1,02 | 1,42 | 1,33 | 1,3 | 1,21 | 1,44 | 1,34 | 1,42 | 1,32 | 1,35 | 1,26 | 1,56 | 1,46 | 1,64 | 1,53 |
| Мясо | 0,68 | 0,57 | 0,74 | 0,62 | 0,78 | 0,65 | 0,81 | 0,68 | 0,89 | 0,74 | 0,93 | 0,78 | 1,01 | 0,84 | 1 | 0,83 |
| Молоко | 0,76 | 0,67 | 0,79 | 0,7 | 0,78 | 0,69 | 0,83 | 0,73 | 0,88 | 0,77 | 0,88 | 0,78 | 0,99 | 0,87 | 1 | 0,88 |
| Яйца | 1,19 | 1,07 | 1,29 | 1,16 | 1,24 | 1,11 | 1,28 | 1,14 | 1,31 | 1,17 | 1,36 | 1,22 | 1,35 | 1,21 | 1,35 | 1,21 |

По результатам сравнения продукция была ранжирована по убывающей шкале порядка. Итоги ранжирования представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Ранжирование продукции по отношению к оптимистическому уровню
продовольственной безопасности**

| Наименование продукции | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2015 | | 2020 | |
|---------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Зерно | 7 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 9 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Картофель | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 9 | 9 | 9 | 7 |
| Овощи | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Фрукты | 9 | 9 | 5 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Рапс | 6 | 7 | 9 | 9 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Сахарная свекла | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Мясо | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| Молоко | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| Яйца | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Отмечается, что такие продукты, как яйца, овощи и сахарная свекла находятся в стабильно лидирующих позициях, объемов их производства достаточно не только для внутреннего рынка, но и для экспорта. Это обеспечивается специализацией и концентрацией производства, использованием инновационных технологий, совершенствованием способов хранения овощей и сахарной свеклы, уменьшением потерь во время уборки урожая, транспортировки и хранения, оптимизацией взаимоотношений между овощеводческими и перерабатывающими предприятиями. Расчеты подтверждают, что фрукты в Республике Беларусь производятся в недостаточном количестве. Существенной проблемой в обеспечении населения фруктами является невысокий удельный вес и выраженная сезонность потребления их в свежем (сыром) виде, когда они имеют наибольшую биологическую ценность, основная масса свежих фруктов поступает в период с июня по октябрь, т. е. в течение 5–6 месяцев. В период поздней осени, зимы и ранней весны свежие фрукты поступают из хранилищ.

Наше исследование показало, что Республика Беларусь располагает необходимым потенциалом для решения продовольственных проблем преимущественно за счет собственного производства при его экспортной ориентации и повышении качества жизни населения. К внутренним условиям, сдерживающим реализацию экспортного потенциала сельского хозяйства, в первую очередь, следует отнести низкий уровень стабильности производства; высокую степень рисков, обусловленных природными условиями, упреждение которых требует значительных переходящих запасов; недостаточный уровень инновационного развития отрасли, ее эффективности, а соответственно и конкурентоспособности. Поэтому наряду с наращиванием объемов экспорта сырья и продовольствия целесообразно осуществить его диверсификацию на инновационной основе. Необходимо «уходить» от моноэкспорта (продукции или отрасли). Пока же почти 80 % белорусского экспорта составляет продукция животноводства, а потенциал экспорта растениеводства реализован недостаточно, особен-

но в отношении реализации продукции с высокой степенью переработки. Особого внимания требует совершенствование системы сбыта, рассматривать которую целесообразно применительно к конкретным видам сельскохозяйственной продукции.

Литература

1. Ильина, З. Проблемы продовольственной безопасности в Республике Беларусь / З. Ильина // Беларус. думка. – 2009. – № 4 (красавік). – С. 22–31.
2. Статистический ежегодник / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2012. – 715 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

И. С. Мандрик

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Активизация предпринимательской деятельности в сельском хозяйстве регионов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, является одним из механизмов эффективного восстановления и жизнеобеспечения этих территорий. В настоящее время разработан и подлежит реализации комплекс мер, направленных на переход от реабилитации пострадавших территорий к их эффективному функционированию. Развитие предпринимательства в загрязненных радионуклидами регионах имеет положительную динамику, о чем свидетельствуют данные, представленные на рис. 1.

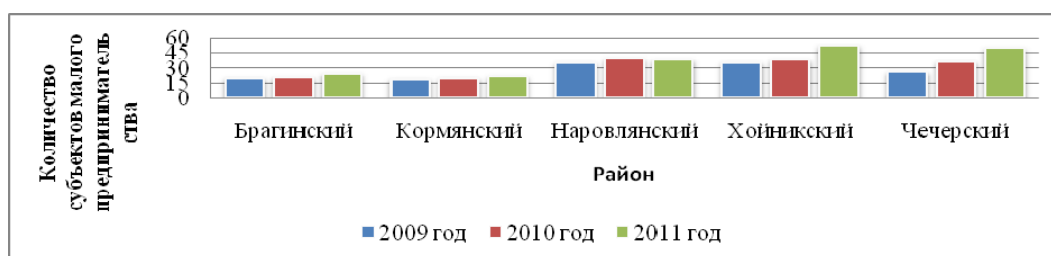


Рис. 1. Количество субъектов малого предпринимательства в регионах Гомельской области, загрязненных радионуклидами

В сельском хозяйстве малое предпринимательство представлено, главным образом, такими формами хозяйствования, как личные подсобные хозяйства и крестьянские (фермерские) хозяйства. Экономические причины существования малых форм хозяйствования кроются, прежде всего, в недостаточном уровне развития общественного производства, не обеспечивающего необходимого количества сельскохозяйственной продукции, низком уровне производительности труда в отраслях сельского хозяйства, необходимости обеспечения сельского населения основными продуктами питания и доходами, уровень которых в сельском хозяйстве значительно ниже, чем в других отраслях. Таким образом, объективная необходимость существования личных подсобных и крестьянских (фермерских) хозяйств определяется их ролью в жизни людей и общества в целом.

В регионах, загрязненных радионуклидами, преимущественной формой ведения предпринимательской деятельности в сельском хозяйстве являются личные подсоб-

ные хозяйства (ЛПХ), фермерские хозяйства встречаются несколько реже. Это связано, прежде всего, с особенностью характерной для данных регионов, т. е. собственно с загрязнением территории радионуклидами, что выступает фактором, сдерживающим развитие предпринимательства. Потенциальные предприниматели и инвесторы не заинтересованы строить бизнес более крупных масштабов в «проблемных» районах. Поэтому перспективной и на данный момент самой реальной формой сельского предпринимательства в загрязненных регионах являются ЛПХ, позволяющие местным жителям выступать в роли предпринимателей, производить сельскохозяйственную продукцию как для собственного потребления, так и для реализации.

Личные подсобные хозяйства – это форма хозяйственно-трудовой деятельности граждан по производству сельскохозяйственной продукции, основанная на использовании земельных участков, находящихся в частной собственности, в пожизненном наследуемом владении, переданных им в аренду для ведения личного подсобного хозяйства [1]. Практика показывает, что личные подсобные хозяйства играют значительную роль в производстве сельскохозяйственной продукции, продовольственном обеспечении сельских семей, формировании предложения на региональных и локальных продовольственных рынках, обеспечении устойчивого развития сельских территорий и поддержании доходов сельского населения, трудовом воспитании молодежи, сохранении и передаче производственного и социального опыта между поколениями, сохранении биоразнообразия агроценозов и обеспечении их устойчивости, улучшении экологической ситуации в сельской местности. В целом, они вносят значительный вклад в решение продовольственной проблемы страны, а также способствуют корректировке недостатков государственного сектора в обеспечении населения пищевыми продуктами.

Некоторыми исследователями обосновано, что с учетом современной социально-экономической ситуации в связи с трансформацией экономических и правовых условий функционирования ЛПХ уместнее вместо термина «личное подсобное хозяйство» употреблять термин «семейное хозяйство сельского жителя». Деятельность такого хозяйства направлена на производство сельскохозяйственной продукции как для собственного потребления, так и для реализации. Средства производства принадлежат гражданам, ведущим семейное хозяйство на селе на правах частной собственности [2].

В аграрном секторе перспективно не только семейное предпринимательство, но и межсемейное, основанное на доверии, а это является предпосылкой развития сельскохозяйственной кооперации. Владельцы личных хозяйств могут объединяться в производственные структуры – кооперативы личных подсобных хозяйств сельских предпринимателей – для товарного производства. Таким образом, перспективной формой развития предпринимательской деятельности в сельском хозяйстве могут стать семейные коллективы. Основным направлениям деятельности таких коллективов должно стать выращивание картофеля, томатов, огурцов, лука, чеснока и других овощей. В числе причин можно выделить следующее: во-первых, отмечается тенденция увеличения спроса на высококачественную и экологически чистую сельскохозяйственную продукцию (стоит отметить тот факт, что такие овощные культуры, как картофель, томат отличаются пониженным уровнем накопления радионуклидов); во-вторых, конкурентов в производстве этой продукции у сельских предпринимателей нет, поскольку в крупных сельскохозяйственных организациях возделывают, в основном, стратегически важные культуры: зерновые, сахарную свеклу, подсолнечник.

Экономическим преимуществом семейной кооперации является также возможность обеспечения сравнительно более высокого уровня прибыльности хозяйст

ния. Дополнительный доход может формироваться за счет двух источников: с одной стороны, на основе сокращения издержек производства и обращения, с другой – увеличением объемов производства продукции. В первом случае это достигается посредством рационального использования материально-технических ресурсов, во втором – путем совершенствования технологического процесса и внедрения инновационных технологий.

Субъекты малого предпринимательства в сельской местности способны охватывать практически все сферы хозяйственной деятельности региона: наряду с традиционным сельскохозяйственным производством, переработкой продукции и производственным обслуживанием, интенсивно развивать несельскохозяйственные виды деятельности (сельский туризм, торговлю, бытовое обслуживание населения, ремонтные мастерские, общественное питание и др.), выполняя тем самым интегрирующую роль в повышении взаимосвязей внутри экономики региона и способствуя доступности для сельских жителей городских стандартов жизни.

Наше исследование показало, что перспективными (несельскохозяйственными) направлениями предпринимательства в регионах Гомельской области, пострадавших от радиационного загрязнения территорий, являются:

- кустарничество – на основе собственного ручного труда и местного сырья (лоза, дерево, кожа и др.) производить так называемые несерийные продукты, которые пользуются спросом на внутреннем и внешнем рынках;

- оказание различного рода услуг населению сельской местности, включая прокат, гостиничный бизнес, транспортные перевозки, физкультурно-оздоровительные и развлекательные услуги, выездное бытовое обслуживание сельского населения, пчеловодство, придорожный сервис, приемозаготовительные пункты;

- агротуризм и туризм – оказание туристическо-экскурсионных услуг, строительство и функционирование комфортабельных агроусадеб.

Анализируя состояние предпринимательской среды в сельском хозяйстве, необходимо особое внимание уделять тенденциям в малом предпринимательстве. Это наименее защищенная часть сельскохозяйственного производства, в то же время имеющая значительный потенциал развития. За счет субъектов малого предпринимательства можно в кратчайшие сроки поддержать депрессивные районы и предотвратить их дальнейшую деградацию. Но при этом предпринимательство нуждается в дополнительной государственной поддержке, основным направлениями которой могут стать:

- предоставление финансовой, имущественной, информационной помощи субъектам малого предпринимательства на селе;

- отнесение к числу приоритетных развитие агроэкотуризма, народных промыслов, бытового и социально-культурного обслуживания сельского населения;

- предоставление целевых субсидий на строительство, реконструкцию и модернизацию объектов сельскохозяйственного назначения, приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования;

- развитие системы подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров для субъектов малого предпринимательства, проведение научно-исследовательских работ по проблемам развития малого предпринимательства;

- формирование и развитие механизмов государственно-частного партнерства.

Таким образом, развитие и поддержка малого предпринимательства, в целом, (и личных подсобных хозяйств населения, в частности) является одним из путей восстановления и развития потенциала регионов в зонах радиоактивного загрязнения территорий. Субъекты малого бизнеса способны быстро реагировать на изменение

потребительского спроса, оперативно удовлетворять разнообразные запросы населения и предприятий, оказывать благоприятное воздействие на развитие конкуренции и ограничение монополизма. Кроме того, они создают условия для повышения эффективности использования трудовых ресурсов регионов, сокращения уровня безработицы, повышения привлекательности проживания в сельской местности, а также решения ряда других социально-экономических проблем.

Литература

1. О личных подсобных хозяйствах граждан : Закон Респ. Беларусь от 11 нояб. 2002 г. № 149-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 2/898.
2. Гармель, И. В. Маркетинг для села и кооперация на уровне КФХ, ЛПХ: бизнес на подворьях / И. В. Гармель // Наше сельское хоз-во. – 2012. – № 9. – С. 4–9.

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

И. И. Смолякова

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

На современном этапе развития экономики важную роль в формировании новой системы хозяйствования играет производственный потенциал предприятия, так как знание его качественных и количественных характеристик, экономически целесообразных условий его формирования позволяет руководителям предприятий принимать основополагающие стратегические решения. Это выводит в число наиболее актуальных проблему формирования производственного потенциала предприятия и оценки эффективности его использования.

Существуют различные подходы к определению величины производственного потенциала. Сложность задачи состоит в том, что в сельскохозяйственном производстве участвуют качественно разнородные ресурсы производства (основные и оборотные средства, трудовые и земельные ресурсы) из-за чего невозможно их суммировать прямо, без использования специальных оценочных показателей. Таким образом, однозначного определения производственного потенциала в экономической литературе в настоящее время нет, различные экономисты определяют его по-разному.

Так, по определению В. А. Свободина, это совокупность технологически сбалансированных ресурсов, с помощью которых можно производить определенный объем продукции, т. е. конкретному производственному потенциалу соответствует нормативный уровень производственно-технологической эффективности [3].

Ю. В. Василенко определяет производственный потенциал сельскохозяйственного предприятия как «объективную способность предприятия производить сельскохозяйственную продукцию, которая зависит от качества и соотношения трудовых, материальных и природных ресурсов, а также от уровня их отдачи, определяемого объективными условиями функционирования хозяйства, в частности направлением специализации» [1].

Д. Письменная считает, что производительные силы сельского хозяйства, объединенные организационно-технологическими связями, образуют производственный потенциал отрасли [2].

Проанализировав определения, предложенные различными отечественными и зарубежными исследователями, нами были выделены три основных подхода к определению категории «производственный потенциал»:

1. Ресурсный подход определяет производственный потенциал как совокупность сбалансированных ресурсов, позволяющую достигнуть нормативного объема продукции. Данного подхода придерживаются В. Г. Андрийчук, В. А. Свободин, Н. Т. Назаренко, А. Э. Юзефович, А. Сагайдак, А. Бурда, С. Горланов, А. В. Улезько, И.М. Сурков [3].

2. Нормативный подход, согласно которому производственный потенциал – это нормативные возможности производства продукции или достижения другого экономического результата. (О. П. Крастинь, Ю. В. Василенко, А. П. Зинченко, С. Генералов) [1].

3. Количественный подход положен в основу характеристики потенциала отрасли как совокупности производительных сил сельского хозяйства (Д. Письменная) [2].

Сложный структурно-компонентный состав производственного потенциала и особая важность учета взаимосвязи его элементов требуют разработки методов оценки и учета качественно разнородных ресурсов для установления их результирующей величины при любых соотношениях структурных элементов (ресурсов).

В настоящее время наиболее распространенными подходами к исследованию производственного потенциала на основе количественной оценки являются ресурсный и результативный.

Ресурсный подход в концепции производственного потенциала получил достаточно широкое распространение в работах российских ученых и экономистов. При этом отчетливо выделяются две «ресурсные позиции»:

1. Производственный потенциал – это совокупность ресурсов без учета их реальных взаимосвязей, складывающихся в процессе производства.

2. Производственный потенциал – это ресурсы производства, количественные и качественные параметры, определяющие максимальные возможности по производству продукции в каждый данный момент времени.

При результативном подходе сущность производственного потенциала определяют как потенциальные экономические результаты (объем выпуска продукции, прибыль, показатели эффективности использования производственных ресурсов, рабочего времени и т. д.).

Оценка потенциала организации при реализации ресурсного подхода осуществляется в направлении «входа» (ресурсов) к «выходу» (реализации продукта) посредством приведения в сопоставимый вид всего многообразия ресурсных составляющих и исчисления их суммарной величины. По своей сути ресурсный подход – это не что иное, как один из хорошо известных классических подходов в исследовании социально-экономических процессов, который называется «затратным».

Основным недостатком ресурсного подхода является то, что исчисленная таким образом величина потенциала организации большей частью характеризует ее внутреннюю среду и в меньшей степени отражает влияние конъюнктуры рынка. Учет же влияния внешних (рыночных) факторов методология ресурсного подхода осуществляет посредством специального методического приема, разделения ресурсного потенциала организации на две составляющие: плановую и резервную части. Плановая величина производственного потенциала организации характеризует ее возможности в конкретный период времени, исходя из сложившихся на данный момент условий рыночной конъюнктуры. Резервная же часть производственного потенциала органи-

зации характеризует запасы ресурсов, которые могут быть задействованы при благоприятных условиях рыночной конъюнктуры и их рациональном использовании.

Результативными в научной литературе иногда называют доходный и комбинированный подходы к диагностике потенциала организации в условиях рынка. Методология этих подходов в отличие от ресурсного первоначально основное внимание концентрирует на внешних условиях функционирования бизнеса.

Оценка потенциала организации при реализации того или иного результативного подхода осуществляется в направлении от «выхода» производственной системы к ее «входу». Результативно-доходный подход получил широкое распространение в теории и практике финансового и инвестиционного менеджмента, стратегического управления и планирования, а также при оценке стоимости предприятия как приносящей доход производственной недвижимости.

Менее распространен подход, основанный на качественной оценке, который называется экспертным. В его основе лежат такие методы исследования, как анкетирование и интервьюирование. Он применяется в случае невозможности выразить показатели количественно и имеет такой существенный недостаток, как субъективность оценки.

Нами систематизированы теоретические и методологические вопросы оценки производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий и представлены в таблице.

Подходы к оценке производственного потенциала предприятия

| | Подход к оценке | | |
|------------------|--|--|--|
| | Ресурсный | Результативный | Экспертный |
| Описание подхода | Потенциал оценивают посредством приведения в сопоставимый вид всего многообразия ресурсных составляющих и исчисления их суммарной величины | Потенциал представляют как потенциальные экономические результаты (объем выпуска, прибыль и т. п.) | В его основе лежат такие методы исследования, как анкетирование и интервьюирование |
| Оценка | Количественная | | Качественная |
| Недостатки | Исчисленная величина потенциала организации, большей частью характеризует ее внутреннюю среду и в меньшей степени отражает влияние конъюнктуры рынка | Не дает возможность учесть качественные изменения составляющих потенциала | Субъективность оценки. Сильная зависимость достоверности оценки от компетентности экспертов |
| Достоинства | Дает полную количественную оценку величины потенциала и позволяет определить удельный вес каждого элемента в его составе | | Применяется, когда невозможно количественно выразить показатели и необходимо учесть качественные факторы |

Таким образом, на основании проведенного исследования нами установлено, что в экономической литературе отсутствует однозначное определение производственного потенциала, однако формулировки, предложенные различными исследователями, можно объединить в три подхода: ресурсный, нормативный и количественный.

Также было выделено три подхода к оценке производственного потенциала предприятия: экспертный, ресурсный и результативный. Ни один из подходов не является универсальным и имеет свои достоинства и недостатки. Проведя их анализ, можно сделать вывод о том, что необходима разработка нового более мобильного подхода, который будет учитывать все особенности деятельности сельскохозяйственных предприятий и наиболее точно определять уровень производственного потенциала.

Литература

1. Василенко, Ю. В. Производственный потенциал сельскохозяйственных предприятий / Ю. В. Василенко. – М. : Агропромиздат, 1989. – 152 с.
2. Дубина, Н. А. Производственный потенциал промышленного предприятия и методы его оценки / Н. А. Дубина // Вестн. АГТУ. Сер. : Экономика. – 2009. – № 1. – С. 29–32.
3. Свободин, В. А. Интенсификация и эффективность сельскохозяйственного производства / В. А. Свободин. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 95 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В. С. Иванова

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Одним из наиболее важных факторов развития рыночной экономики выступает конкуренция товаропроизводителей, способствующая активизации их усилий в направлении повышения уровня качества выпускаемой продукции, снижения издержек, увеличения доли рынка, а также использования в практике хозяйствования инновационных методов организации производства, труда и управления. Результатом конкуренции выступает конкурентоспособность, представляющая собой интегральную характеристику субъекта с точки зрения его превосходства в степени реального или потенциального удовлетворения различных потребностей на основе совершенствования внутренней среды, а также обеспечения рационального взаимодействия с внешней средой, сочетающего эффективную производственную и коммерческую деятельность.

В отношении предприятий лесопромышленного комплекса соперничество основано на расширении производства, снижении цены лесопродукции до уровня, соответствующего издержкам, применении эффективной техники и технологии, оптимизации взаимоотношений с основными потребителями лесопродукции и деловыми партнерами, завоевании сегментов рынка и формировании статуса организации.

На основе изучения трудов отечественных [2] и зарубежных [1] ученых в области теории и практики управления конкурентоспособностью производственно-хозяйственных систем, а также с учетом собственных взглядов нами сформулированы следующие основные принципы оценки конкурентоспособности предприятий лесопромышленного комплекса:

1. Принцип системности, в соответствии с которым для оценки конкурентоспособности организации все показатели, характеризующие различные стороны функционирования предприятия, должны быть сведены в единую систему.

2. Принцип противоположности целей и средств, который означает, что конкурентоспособность лесопродукции как экономическую категорию следует рассматривать в двойственном аспекте, т. е. учитывать интересы обоих субъектов рыночных отношений (потребителей и производителей), целевые ориентиры которых взаимосвязаны и противоположны. Так, потребителями лесопродукции являются индивидуальные лица, частные организации, государство и зарубежные партнеры.

3. Обеспечение комплексности оценки, предполагающий, что формируемая система показателей должна оценивать все значимые аспекты деятельности предприятия, а именно: показатели эффективности как коммерческой, так и производственной деятельности, при этом в системе показателей должно быть установлено рациональное соотношение между их группами.

4. Принцип информационного обеспечения, в соответствии с которым система оценки должна содержать такие показатели, расчет которых может быть обеспечен имеющейся (в действующих формах учета и статистической отчетности) информацией, обладающей достаточной достоверностью, так как показатели, полученные в результате абстрактных построений, мало способствуют объективной оценке и эффективному управлению конкурентоспособностью.

5. Принцип непрерывности, предполагающий корректировку тех или иных показателей системы либо включение в нее дополнительных показателей по мере поступления новых данных об объекте исследования и окружающей его конкурентной среде.

6. Принцип относительности, предполагающий оценку конкурентоспособности на основе сравнения основных показателей конкурентоспособности собственной организации и организаций-конкурентов, что является важнейшей составляющей методического подхода, так как именно результат такого сравнения дает возможность организации позиционировать себя на рынке, выявить слабые звенья и позволяет руководству уверенно заявлять потребителям об уровне конкурентоспособности организации и качестве лесопродукции.

В целом же, использование данных принципов позволяет создать научно обоснованную систему оценки конкурентоспособности предприятий лесопромышленного комплекса.

В современной научной литературе представлены различные подходы к оценке конкурентоспособности товаропроизводителей, в том числе применительно к предприятиям лесопромышленного комплекса. В наиболее общем виде они подразделяются на количественные и качественные, при этом каждая из групп располагает обширным перечнем конкретных инструментов, используемых, как правило, в зависимости от целей и специфики объекта оценки.

Нами выполнена сравнительная характеристика подходов к оценке конкурентоспособности предприятий, наиболее часто встречающихся в экономической литературе:

1. Оценка с позиций сравнительных преимуществ. Достоинством метода является простота оценки уровня конкурентоспособности, однако дать оценку конкурентоспособности фирмы в общем виде затруднительно, поскольку имеющиеся преимущества характеризуют конкурентоспособность не только конкретной фирмы, но и всей отрасли.

2. Оценка с позиций теории равновесия. Несомненным преимуществом данного метода является возможность определения внутренних резервов, в то время как данная теория была разработана для исследования процессов развития отрасли лишь в условиях совершенной конкуренции. Кроме того, данный метод строится на основе теории, которая предполагает, что отрасли в результате своего развития должны прийти к состоянию равновесия, но такое состояние является труднодостижимым на практике.

3. Оценка, исходя из теории эффективности конкуренции: структурный и функциональный подход. Подход охватывает все наиболее важные параметры хозяйственной деятельности промышленного предприятия, позволяет исключить дублирование показателей, однако при его использовании могут быть упущены отдельные частные, но не менее важные показатели.

4. Оценка на основе качества выпускаемой продукции. Преимуществом данного метода является возможность учета потребительских предпочтений при обеспечении уровня конкурентоспособности предприятия. Вместе с тем такая оценка предполагает использование косвенных обобщенных показателей или их системы, что в определенной степени снижает методологическую ценность подхода и ограничивает возможность его использования.

5. Профиль требований. Достоинством данного подхода является возможность наглядного представления результатов оценки, однако его применение на практике не в полной мере позволяет учитывать все важные аспекты конкурентоспособности предприятия и не позволяет, таким образом, сделать обоснованные выводы.

6. Профиль полярностей – метод, основу которого составляет определение показателей, по которым фирма опережает или отстает от конкурентов, т. е. ее сильных и слабых сторон. В качестве критерия используется сопоставление параметров опережения или отставания.

7. Матричный метод. Его преимуществом является возможность проследить развитие предприятия в динамике, однако он имеет ограниченные возможности использования, так как не предполагает сравнение с конкурентами, и, следовательно, не позволяет в полной мере реализовать принцип относительности при оценке конкурентных преимуществ предприятия.

8. SWOT-анализ. С учетом того, что этот метод не связан с количественным анализом конкретных экономических параметров деятельности предприятия, он имеет широкое применение в отношении самых разнообразных объектов оценки конкурентоспособности, выступает в качестве основы для разработки стратегий в различных областях деятельности. Однако выводы, сделанные на его основе, носят лишь описательный характер, не предполагают выработку конкретных рекомендаций и расстановку приоритетов.

9. Построение «гипотетического многоугольника конкурентоспособности» – позволяет графически представить сильные и слабые стороны организации в сравнении с конкурентами. Кроме того, он позволяет получить интегральную характеристику конкурентоспособности на основе расчета площади многоугольника.

10. Метод экспертных оценок. Экспертные методы позволяют быстро и без значительных временных и трудовых затрат получить информацию, необходимую для выработки управленческих решений, направленных на формирование новых и укрепление существующих конкурентных преимуществ предприятия. Вместе с тем, как и во всех других областях, экспертная оценка не лишена субъективизма, что не позволяет рекомендовать этот метод к использованию как единственно возможный.

К настоящему времени в мировой практике накоплен достаточный инструментарий оценки конкурентоспособности предприятий, представленный системой методик, которые имеют как положительные, так и отрицательные стороны. По нашей оценке, выбор той или иной методики для организаций лесопромышленного комплекса не должен быть сконцентрирован на определенном методе, необходимо провести по возможности интеграцию существующих подходов, что позволит учитывать:

- масштабы экономики разных стран и дифференциацию товаров по рынкам сбыта;
- отраслевые технологические особенности;
- организационный и социальный потенциал предприятия;
- характер воздействия внешней среды;
- особенности конкретной рыночной ситуации и специфику конкурентов;
- потребительские предпочтения при обеспечении уровня конкурентоспособности;
- количественные параметры опережения или отставания от конкурентов;
- слабые и сильные стороны внутренней среды предприятия и потенциальные опасности внешней среды;
- потенциал рынка, его однородность и возможности преодоления границ и др.

Л и т е р а т у р а

1. Фатхутдинов, Р. А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент / Р. А. Фатхутдинов. – М. : Маркетинг, 2002. – 892 с.
2. Конкурентоспособность экономики: инновационный подход : моногр. / В. И. Кудашов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Кудашова, А. С. Головачева. – Минск : Изд-во МИУ. – 484 с.

РАЗВИТИЕ АГРОТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д. Б. Сарайкова

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

Научный руководитель Т. Г. Фильчук

Агротуризм – это именно та новая сфера деятельности и исследований, где прослеживается взаимодействие направлений как экономического, так и неэкономического характера, как мирового, так и национального уровней, в частности, предоставление внутренних и международных туристических услуг, развитие экономики регионов и сельскохозяйственного производства, решение глобальных экологических и социальных проблем, сохранение культурного наследия и национальных традиций.

Рынок международных услуг является одной из новых и наиболее сложных областей исследования в мировой экономике, что обусловлено, прежде всего, многообразием услуг, формирующимися международными нормами их регулирования. Вопросы развития рынка международных услуг в целом отражены в трудах отечественных ученых В. Ф. Медведева, С. И. Михневича, В. В. Почекиной, В. М. Руденкова, Ю. П. Якуба. Активизация исследований по данной теме в нашей стране связана с подготовительным процессом вступления республики во Всемирную торговую организацию (ВТО).

В Беларуси ведущей работой по экотуризму является опубликованная в 2006 г. книга А. И. Тарасенка. Пути и проблемы развития экотуризма и сельского туризма как новых направлений туристического бизнеса в стране подробно освещены в публикациях В.А. Клицуновой.

Кроме того, агротуризм необходимо рассматривать во взаимосвязи с производством сельскохозяйственной продукции, проблемами сельского хозяйства. В последнее десятилетие исследователи разных стран уделяют серьезное внимание вопросам его развития и регулирования в мировой экономике. Аграрный сектор рассматривается, прежде всего, в контексте Соглашения по сельскому хозяйству Всемирной торговой организации. Мнения белорусской стороны представлены в работах Л. Байгот, В. Гусакова, З. Ильиной, Г.М. Лыча. Ученые проводят анализ по различным обязательствам Соглашения, в том числе доступу на рынок, внутренней поддержке, экспортному субсидированию; предлагают общие принципы минимизации рисков для стран-претендентов на вступление в ВТО и рекомендации по формированию позиции относительно правил по сельскохозяйственному сектору. Институтом экономики НАН Беларуси разработан Комплексный прогноз последствий вступления Республики Беларусь в ВТО, где нашли отражение и вопросы регулирования указанного сектора.

Таким образом, агротуризм – это комплексная область экономики, которую следует рассматривать как:

- сферу разнообразных услуг;
- сектор внутреннего и международного туризма;
- вид предпринимательской деятельности в сельской местности.

Развитие агротуризма направлено на решение как глобальных проблем мировой экономики, так и экономических, социальных, экологических, а также проблем национальной культуры отдельных стран, местных сообществ и способствует:

- приостановке процесса урбанизации и развитию сельской местности;
- решению общемировых экологических проблем, вопросов охраны природы;
- решению социальных вопросов (бедность и т. п.);
- формированию инфраструктуры в сельской местности;
- диверсификации сельскохозяйственного производства и созданию в сельской местности прибыльных видов производства товаров и услуг;
- расширению органического земледелия;
- возрождению национальной культуры, ремесел и традиций.

Одним из основных факторов, способствующих развитию агротуризма в Республике является то, что более 42 % территории – это сельскохозяйственные земли. По количеству сельскохозяйственных угодий на одного жителя приходится 0,9 га, в том числе пашни – 0,6 га. В этом Республика Беларусь превосходит другие европейские страны в среднем в 2 раза.

Особо следует указать на экономические выгоды развития в республике сельского туризма. Во-первых, это возможность увеличить долю услуг в производстве АПК, во-вторых, улучшить сальдо платежного баланса за счет превращения агротуристических услуг в экспортный продукт. Агротуризм как услуга позволяет оптимизировать сельскохозяйственное производство и повысить его эффективность благодаря тому, что услуга в структуре затрат имеет более высокую долю добавленной стоимости. Это особенно актуально в отношении продукции сельскохозяйственных предприятий, характеризующейся высокой материалоемкостью. Так, в 2010 г. удельный вес валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в ВВП составил всего 7,5 % и снизился по сравнению с предыдущим годом на 0,8 процентных пункта.

Для сельских регионов Беларуси агротуризм предоставляет значительные потенциальные выгоды:

– способен стать важным источником трудоустройства проживающих здесь людей, особенно в экономически малоразвитых районах. Местные жители могут работать в качестве официантов, розничных торговцев, работников системы гостеприимства;

– открывает сельскому населению возможности для бизнеса;

– повышает доход местных бюджетов;

– сохраняет местную культуру и обычаи, поддерживает реставрацию имеющихся исторических достопримечательностей;

– оказывает благоприятное влияние на проведение мероприятий, связанных с защитой окружающей среды, так как индустрия туризма по сравнению с другими видами деятельности является более экологически чистой.

Согласно статистике пересечения государственной границы Беларуси, страну в 2008 г. посетили около 5,3 млн иностранных граждан, пополнивших белорусскую казну внушительной суммой потраченных в нашей стране денег. В 2008 г. доходы от экспорта туруслуг составили 109,8 млн дол. США, а рост к уровню 2007 г. при этом оказался равным 178,8 %, импорт туристических услуг в 2008 году составил 166,2 млн дол. США.

Как видно из статистических данных, уровень выездного туризма по сравнению с въездным туризмом значительно выше [7]. Несмотря на это, неутешительным является тот факт, что в прошлом году из страны выехало почти на 1,2 млн белорусов меньше, чем в 2007 г., но этому есть объяснение: увеличение стоимости виз в ряде европейских стран. В стране утверждены законодательные акты, которые способствуют развитию агроэкотуризма, в числе основных выступают: Закон Республики Беларусь «О туризме» [3]; Указ Президента «О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь» [4]; Национальная программа развития туризма в Республике Беларусь на 2006–2010 гг. [5]; Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг. [6].

Национальной программой предусматриваются следующие направления развития агроэкотуризма: создание туристических деревень; организация сельских туров с проживанием и питанием в деревенских домах, создание агротуристических комплексов на базе СПК, организация активного отдыха на природе [5]. Национальной программой также обозначен комплекс мероприятий по формированию и позитивному развитию привлекательного для туризма образа Республики Беларусь: разработка стратегии экспорта туристических услуг; рекламно-информационное сопровождение туристического потенциала путем издания массовым тиражом информационно-рекламных материалов по видам туризма и их размещение в сети Интернет.

Нормативные документы, которые были приняты в последние годы в области развития туризма, обеспечили сельскому туризму неплохой старт. Согласно статистике, в 2007 г. в Беларуси было 188 усадеб, а в 2008 г. – 474. В минувшем году хозяева усадеб обслужили более 39 тыс. туристов, в том числе гостей из 40 стран, так что интерес к данному виду отдыха очевиден [9, с. 12].

В 2013 г. в стране планируется создать 287 туристических маршрутов, в том числе 97 – пешеходных, 54 – велосипедных, 38 – конных, 35 – водных, 3 – авиационных, 2 – железнодорожных и 58 – автомобильных. Будет создано 868 новых туристических объектов, построено 19 гостиниц, 34 гостиницы реконструировано, открыто 178 агроусадеб. В Республике агротуризм начал развиваться не так давно, однако динамика по числу усадеб и туристов весьма внушительна.

Первым шагом развития агротуризма в Беларуси стала весьма лояльная политика государства: Президентский Указ, освобождавший основателей агроусадоб от налогов, соответствующее Постановление Совета Министров Республики Беларусь, льготные кредиты ОАО «Белагропромбанка».

Однако, в данном сегменте туристического бизнеса есть и проблемы. Государство не склонно смотреть на агротуризм как на сегмент туристического бизнеса с большим потенциалом. Трудно предсказать, в какой плоскости будет двигаться отрасль дальше. Поскольку Беларусь все же ориентируется на сельскохозяйственный сектор, возможно, наша страна станет «пионером» в данной области.

Касательно иностранных инвестиций можно отметить, что иностранцы не очень заинтересованы в этом. Учитывая уровень доходов белорусов, они не видят в белорусах крупных клиентов. Поэтому нужно организовать поток иностранных туристов в Беларусь. Однако и здесь существуют проблемы. Помимо инфраструктуры, которой в Беларуси пока нет, нужно организовать мотивацию для их приезда [8].

Говоря о привлечении иностранных туристов, следует подчеркнуть, что, прежде всего, таких людей интересует не комфорт, а аутентика (условия для жизни, натуральная пища, местные традиции и фольклор).

Что мешает развитию этой сферы? В первую очередь, это отсутствие у Беларуси положительного международного имиджа, скоординированной программы продвижения и маркетинговой концепции. Беловежская пуца, к примеру, будет рекламироваться на европейских телеканалах вне белорусского контекста. Одна из существенных проблем – визовый режим. Причем проблема не столько в денежных затратах, сколько во временных.

Таким образом, для успешного развития нового направления деятельности в сфере туризма региона требуется мобилизация сил всех участников проекта, членов ассоциации агротуристов (организаторов проекта, владельцев средств размещения, информационно-рекламных служб, финансовых организаций, предприятий туристского комплекса). Лишь взаимодействие всех четырех взаимосвязанных структур способно обеспечить эффективное, комплексное и прогрессивное развитие агротуризма. В территориальном распределении средств размещения агротуризма должны проследиваться следующие тенденции: благоприятная экологическая ситуация, сосредоточение гостиничного фонда вблизи автомагистралей для привлечения транзитных туристов, концентрация средств размещения в местах транспортной доступности к крупным городам, в том числе к областному центру, выбор уникальных природных экосистем для создания баз отдыха. Организация проживания может быть обеспечена двумя способами: сдача внаем жилья владельцами средств размещения; проживание в семьях в сельской местности.

БИЗНЕС-МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ: АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н. В. Тишкевич

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

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Устойчивый рост и успех в бизнесе зависят не только и не столько от великих идей и чутья лидера, сколько от умения создать и непрерывно совершенствовать бизнес-модель. Процесс разработки бизнес-модели – это составная часть стратегии бизнеса. Часто инновации сфокусированы не на создание технологий или продуктов,

а на создание самой бизнес модели. Бизнес-модель – это общая картина того, как инновационная концепция будет создавать экономическую ценность для покупателя, фирмы, акционеров и партнеров. Она принимает во внимание инфраструктуру, необходимую для продвижения продукта или услуги на рынок таким образом, который как удобен, так и прост для покупателя, и в то же самое время прибылен для фирмы.

Понятие бизнес-модель является в настоящий момент одним из наиболее неясных в современной научной литературе. Существует множество определений или интерпретаций этой категории. Приведем основные из определений. Бизнес-модель организации – это:

– логическое схематическое описание бизнеса, призванное помочь в оценке ключевых факторов успеха компании [1];

– это своего рода истина организации, разработать которую может только управленческая команда этой организации. Она должна быть долгосрочной и отвечать на вопросы: с кем? что? где? как? с какой скоростью и масштабом? [1];

– бизнес-модель – это представление о том, как организация делает (или намеревается сделать) деньги [2];

– совокупность элементов внутренней среды и взаимосвязь между ними, включая принципы функционирования организации.

Таким образом, под бизнес-моделью организации понимается модель, описывающая ее внутреннюю архитектуру (включающую корпоративную миссию и стратегии, стратегические цели и задачи, бизнес-процессы, организационно-штатную структуру, систему документооборота, информационные технологии), необходимую для достижения корпоративных целей, преобразующая «входы» (сырье, информацию) в «выходы» (товары, работы, услуги, информация).

Эти описания помогают раскрыть ответы на цепочку вопросов и решений:

– Позволяет выработать пошаговый план развития предприятия.

– Понять структуру бизнес-функции предприятия, их определение.

– Когда и в какой последовательности реализуются бизнес-процессы?

– В каких организационных структурах происходит исполнение конкретных бизнес-процессов?

– Внедрить корпоративную информационную систему управления и др.

– Бизнес-модель организации включает в себя следующие составляющие:

Корпоративная миссия, видение, стратегия, стратегические цели и задачи. Миссия – это деловое понятие, отражающее предназначение бизнеса, его философию. Миссия помогает определить, чем в действительности занимается предприятие: каковы его сущность, масштабы, перспективы и направления роста, отличия от конкурентов.

Видение – это описание желаемого состояния предприятия в будущем.

Стратегия – это план (модель), определяющая долговременное развитие организации. Эффективная стратегия должна содержать в себе три важнейшие составляющие:

1) основные задачи деятельности;

2) наиболее существенные элементы политики, направляющие или ограничивающие поле деятельности;

3) последовательность основных действий (программ), направленных на достижение поставленных целей и не выходящих за пределы избранной политики.

Суть стратегии состоит в том, чтобы выстроить позицию достаточно сильную (и потенциально гибкую), для того чтобы организация достигла поставленных целей вопреки всем непредвиденным вмешательствам внешних сил.

Во многом от того, что из себя представляют указанные элементы, зависят все остальные составляющие бизнес-модели организации. Именно корпоративная миссия и стратегия определяет то, какие ресурсы организация потребляет на «входе» и с помощью каких бизнес-процессов и функций преобразует их в конкретные «выходы» (товары, работы, услуги, информацию);

- «Вход» – это ресурсы, которые необходимы организации для достижения поставленных целей, а именно, производства выходов. При этом в современном обществе ресурсами могут быть не только материальные составляющие, но и информация как объект, который подвергается изменению с целью производства выходов.

- Организационно-штатная структура – это организационная форма разделения труда по принятию и реализации управленческих решений и выполняемых функций; совокупность функциональных звеньев, расположенных в строгой соподчиненности и обеспечивающие взаимосвязь между управляющей и управляемой системами.

- Бизнес-процессы и функции организации – это то, каким образом организация преобразует входы в выходы.

- «Выход» – это произведенные товары, работы, услуги, информация, имеющие ценность для потребителей и внешней среды в целом.

Целью проектирования бизнес-модели организации, с одной стороны, является создание целостного образа деятельности и адекватного ему состояния внутренней среды компании, с другой – выявление и согласование противоречивых требований к организации компании, ее развитию. Проектирование бизнес-модели организации позволяет проанализировать ее деятельность как системы с целью выявления причин, мешающих достижению организацией своих целей, и разработки рекомендаций по их ликвидации и улучшению деятельности компании в целом.

В рамках общего подхода к бизнес-моделированию существуют и применяются модели различного уровня и назначения:

- Модели стратегического анализа (всевозможные матрицы: SWOT-анализ, PEST-анализ, Матрица BCG, McKinsey).

- Модели стратегий (7S, модель конкурентных стратегий Портера, модель Shell, Модель Хофера–Шендела).

- Модели (в том числе стандарты) различных систем и подходов управления качеством, финансами, персоналом, клиентами, целями, сроками, товарными потоками и прочим (CRM, SCM, BSC, TQM, Управление качеством ISO, PMI, SCM, BPM, KPI, MBO, HRM).

- Референтные модели (типовые отраслевые решения, которые могут служить для других компаний примером для подражания).

- Сущностные бизнес-модели (модель ценностной цепочки, Модель Захмана, модель самообучающейся организации, архитектурные модели и др.).

Существует 4 основных способа разработки бизнес-моделей. Перечислим их в порядке убывания уровня эффективности построения и использования бизнес-моделей:

1. В нотации (правилах) специализированного программного продукта бизнес-моделирования: комбинация графики, таблиц и текста.

2. Графический: дерево, блок-схема, технологическая карта и т. п.

3. Табличный.

4. Текстовый [3].

Бизнес-моделированием занимаются многие организации, но каждая находится на разных этапах развития по данному направлению. Кто-то уже разработал и актив-

но использует комплексную бизнес-модель. Кто-то имеет только графические модели и регламенты нескольких бизнес-процессов.

На сегодняшний день в организации разрабатываются такие виды бизнес-моделей, как:

- «дерево» (иерархический список) бизнес-процессов;
- графические модели бизнес-процессов;
- модель организационной структуры;
- модели целей и показателей;
- модели библиотеки документов («дерево» документов), модели информационных систем (системная архитектура);
- модели продуктов и услуг;
- модели по менеджменту качества и многое другое [3].

Новая эпоха, характерными чертами которой являются быстрые перемены и гиперконкуренция, ставит сложную задачу: как сделать бизнес модель устойчивой? Дело в том, что как бы ни была хороша текущая бизнес-модель фирмы, она постоянно будет подвергаться атакам со стороны новых бизнес-моделей. Реальностью современного мира является то, что срок хранения бизнес-моделей становится все короче и короче. Необходимо непрерывно стараться изобретать бизнес-модель заново, если хочешь «выжить» и расти дальше.

Старые принципы в новой быстроменяющейся экономике больше не работают. Бизнес исчерпал возможности использования старой бизнес-модели по таким важным параметрам, как сложность и скорость. Главная проблема состоит в разрушающем функциональном несоответствии между сегодняшней бизнес-средой и классической бизнес-моделью.

Для поддержания бизнес-модели в актуальном состоянии целесообразно использовать специальные профессиональные программные продукты для бизнес-моделирования (ARIS, OPG-Мастер, бизнес Инженер, Business Studio и др.). Программный продукт Business Studio, по нашему мнению, является лучшим в данной области, так как отвечает практически всем необходимым параметрам для разработки бизнес-модели.

Литература

1. О понятии бизнес-модели [Электронный ресурс] / Клуб менеджеров. – Режим доступа: <http://www.e-executive.ru/wiki/index.php/Бизнес-модели>. – Дата доступа 20.03.2013.
2. О понятии бизнес-модели [Электронный ресурс] / Бизнес-модель. – Режим доступа: <http://www.sgups-nsk.narod.ru/e.htm>. – Дата доступа: 20.03.2013.
3. Инструменты бизнес-моделирования и особенности его применения [Электронный ресурс] / Business Studio. – Режим доступа: <http://www.businessstudio.ru/procedures/business/bminstr>. – Дата доступа: 20.03.2013.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

К. В. Тимошенко

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

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Внедрение системы менеджмента качества (СМК) на многих белорусских предприятиях является необходимым условием для совершенствования системы управления предприятием. Однако, чаще всего СМК воспринимают как установленное

государством мероприятие. Как следствие, это приводит к низкой эффективности СМК на отечественных предприятиях, основными причинами которой являются:

- 1) формальное отношение к требованиям и процедурам системы;
- 2) некорректная постановка целей;
- 3) отсутствие интеграции СМК в систему управления предприятием;
- 4) низкий уровень управления кадрами и их подготовки [1].

Внедрение СМК началось еще в начале 90-х гг. по инициативе белорусских субъектов хозяйствования. А уже в 1998 г. был издан Указ Президента Республики Беларусь «О повышении конкурентоспособности продукции отечественного производства (работ, услуг) и об усилении ответственности изготовителей, поставщиков и продавцов за качество продукции (работ, услуг)» № 268, после вступления в силу которого внедрение системы менеджмента качества активизировалось повсеместно [2].

Ежегодно в Беларуси примерно на 13 % увеличивается количество предприятий, сертифицировавших системы менеджмента качества по СТБ ISO 9001. Современные системы менеджмента качества по ISO 9001 в Беларуси на 1 января 2013 г. действуют в 2651 организации, в том числе в 2012 г. их внедрили 250 предприятий.

Особенностью 2012 г. стало активное внедрение систем менеджмента качества по ISO 9001 в учреждениях образования, что повышает качество и конкурентоспособность образовательных услуг. Сертификаты соответствия на эти системы имеют 75 учреждений, в том числе 50 вузов и 22 средних специальных учебных заведения.

Все более актуальным становится проведение сертификации на систему управления качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР, сейчас эти документы есть в 282 организациях, в том числе в 2012 г. их получило 31 предприятие. Для повышения конкурентоспособности пищевых продуктов предприятия сертифицируют свою продукцию и по системе менеджмента безопасности ISO 22000, белорусские машиностроительные заводы активно внедряют систему менеджмента в соответствии с требованиями ISO/TS 16949. Широко применяется в республике и действуют системы управления окружающей средой по ИСО 14001 и системы управления охраной труда по СТБ 18001. Также наблюдается положительная тенденция увеличения сертификатов на соответствие требованиям директив Евросоюза с получением права CE-маркировки, которая повышает доступ белорусской продукции на зарубежные рынки не только стран европейского союза, но и во всем мире [3].

Мотивацией разработки и внедрения систем менеджмента качества на предприятиях являются:

- качество – выпускать некачественную продукцию очень дорого;
- обязательная сертификация систем менеджмента качества на предприятиях, производящих ликеро-водочную продукцию; пищевых предприятиях, отправляющих продукцию на экспорт;
- выполнение Указа Президента Республики Беларусь «О повышении конкурентоспособной продукции отечественного производства» от 20 мая 1998 г. № 268;
- выполнение Государственной программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг.;
- размещение государственных заказов на предприятиях, где есть сертифицированная система качества;
- получение или продление лицензий на производство продукции;
- создание положительного имиджа предприятия и уверенности потребителя получить качественную, безопасную продукцию [4].

Но в процессе внедрения системы менеджмента качества и оценки ее эффективности существуют и некоторые проблемы. Многие предприятия сталкиваются

с тем, что данная система создает лишнюю нагрузку при выполнении повседневной работы, не оправдывает ожиданий руководителей и работников. Безусловно, внедрение СМК и получение сертификата соответствия приводит к улучшению качества и повышению конкурентоспособности, но это лишь первый положительный эффект. СМК должна стать инструментом для оперативной оценки руководителем текущего состояния деятельности и выявления слабых сторон предприятия.

На мой взгляд, решение данной проблемы должно носить комплексный характер и включать 2 направления:

1. Автоматизация системы менеджмента качества.
2. Необходимая и современная подготовка персонала.

Что касается автоматизации системы менеджмента качества, то этапы построения СМК достаточно трудоемки, поэтому желательно автоматизировать их выполнение. Для этого нужно выбрать такую программу построения СМК, которая соответствовала бы запросам и возможностям предприятия.

Анализ ряда самых популярных программных продуктов в области бизнес-моделирования (ARIS, OPG-Мастер, Business Studio, «Инталев: Корпоративный навигатор», Fox Manager, бизнес-Инженер) по выделенным критериям позволяет сделать вывод, что для полной автоматизации процесса внедрения и поддержания системы менеджмента качества лучше использовать полнофункциональные системы, позволяющие автоматизировать процесс разработки СМК, внедрения и поддержания ее в актуальном состоянии [2]. Программный продукт Business Studio является лучшим в данной области, так как отвечает практически всем параметрам:

- возможность проектирования процессов и процедур СМК как в графическом, так и в текстовом виде;
- поддерживаемые нотации описания бизнес-процессов;
- возможность автоматически формировать регламентные документы в соответствии с требованиями стандарта ISO серии 9000 без дополнительной доработки;
- простой и удобный способ актуализации всей документации, описывающей СМК организации;
- интуитивно понятный интерфейс;
- возможность интеграции с другими программными продуктами;
- техническая поддержка;
- стоимость программного продукта [5].

Таким образом, внедрение подобных специализированных средств позволяет упростить процесс и решить ряд проблем, возникающих при разработке и внедрении СМК, а именно: позволит сократить затраты времени и сил на работу с документацией, повысит ее качество и позволит своевременно их корректировать, что приведет к повышению эффективности работы предприятия; выведет его на новый уровень среди конкурентов.

Однако важно отметить, что использование бизнес-моделирования при внедрении СМК должно носить системный подход. В настоящее время существует проблема незаинтересованности и непонимания персоналом важности бизнес-моделирования при внедрении СМК. Поэтому в процессе внедрения системы обязательно нужно обучить работников предприятия, добиться понимания каждым сотрудником своей роли в работе предприятия.

На мой взгляд, можно построить обучение работников предприятия на изучении опыта работы предприятий (как отечественных, так и зарубежных), где СМК уже эффективно функционирует.

В связи с этим целесообразным было бы внедрить обучение работе с СМК и бизнес-планированием в учебных заведениях. Примером может послужить Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, на базе которого открыта и успешно функционирует научно-исследовательская лаборатория менеджмента качества и моделирования бизнес-процессов. Она позволяет с самого начала обучения в ВУЗе знакомить студентов с внедрением СМК, обучать бизнес-моделированию и готовить квалифицированных специалистов в этой области.

Таким образом, внедрение СМК на отечественных предприятиях – это достаточно сложный и трудоемкий процесс. Тем не менее, необходимость ее построения является обоснованным и необходимым фактом. Однако важно не только внедрить СМК, но использовать ее как инструмент ежедневного анализа деятельности предприятия, что позволит белорусским предприятиям повысить качество продукции и услуг и стать более конкурентоспособными на отечественном и мировом рынках.

Л и т е р а т у р а

1. СМК в России и за рубежом [Электронный ресурс] / Электрон. б-ка quality.eur.ru. – Режим доступа: <http://quality.eur.ru/MATERIALY14/smk-rus.htm>. – Дата доступа: 21.03.2013.
2. О повышении конкурентоспособности продукции отечественного производства (работ, услуг) и об усилении ответственности изготовителей, поставщиков и продавцов за качество продукции (работ, услуг) : Указ Президента Респ. Беларусь от 20 мая 1998 г. № 268 // [Электронный ресурс] / Право: законодательный центр Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://ns1.llevonevski.net/pravo/razdel1/num2/1d2347.html>. – Дата доступа: 21.03.2013.
3. В Беларуси ежегодно на 13 % увеличивается количество предприятий, работающих по системе качества ISO [Электронный ресурс] / Новости Беларуси. – Режим доступа: http://www.belta.by/ru/all_news/economics/V-Belarusi-ezhegodno-na-13-uvlichivaetsja-kolichestvo-predpriyatij-rabotajuschix-po-sisteme-kachestva-ISO_i_614042.html. – Дата доступа: 21.03.2013.
4. Системы менеджмента качества ISO 9000 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Гомел. центра стандартизации, метрологии и сертификации. – Режим доступа: <http://www.gomelcsms.by/sys/sys-info/smk>. – Дата доступа: 21.03.2013.
5. Обзор программных продуктов бизнес-моделирования [Электронный ресурс] / Интернет-проект «Корпоративный менеджмент». – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/software/kis/b-model.shtml>. – Дата доступа: 21.03.2013.

ОЦЕНКА ПРИБЫЛЬНОСТИ БИРЖЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. Н. Марковский, И. И. Нестеренко

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

Научный руководитель О. В. Шваякова

Современные тенденции в экономике Республики Беларусь подчеркивают важное значение инвестиционных процессов. Одним из важнейших субъектов инвестиционной деятельности в нашей стране может стать население. Например, в США насчитывается примерно 50 млн акционеров, т. е. собственников акций. По масштабу распространения акции в странах с рыночной экономикой стоят на том же уровне, что вклады в сберегательные банки экономике нерыночного типа.

Главным условием активизации участия населения нашей страны в инвестиционной деятельности является возможность получения стабильного высокого дохода. Проведем анализ рентабельности биржевых операций в Республике Беларусь на примере белорусского инвестора.

Как экономическое явление, биржа – рынок оптовой торговли товарами по образцам и стандартам или контрактам на их поставку в будущем, а также ценных бумаг, валютам и редкоземельными металлами по ценам, устанавливаемым, исходя из спроса и предложения. Как субъект права биржа является организацией с правом юридического лица, осуществляющей деятельность по организации проведения торгов и выполнению других мероприятий, связанных с этой функцией.

В качестве членом биржи могут выступать как физические, так и юридические лица, которые приобрели право участвовать в торгах. Посетитель биржи – физическое или юридическое лицо, не являющееся членом биржи или ее представителем, допущенное самостоятельно совершать разовые биржевые сделки. Постоянные посетители, являющиеся брокерскими фирмами, брокерскими конторами или независимыми брокерами, вправе осуществлять биржевое посредничество в порядке и на условиях, установленных законом для членом биржи.

Уже в настоящее время вложение средств в ценные бумаги в Беларуси может быть альтернативой банковскому вкладу.

Несмотря на сопутствующие процедуры покупки/продажи, комиссии, налоги, доход от размещения денежных средств в ценные бумаги может быть значительно выше, чем по депозиту. Показательным примером является увеличение цены акций одного из белорусских банков более чем в 2 раза за полугодичный период, что составляет порядка 200 % годовых.

Для оценки возьмем предприятия, чьими акционерами являются не только государство, но и гражданское население страны (табл. 1).

Таблица 1

Отдельные акционерные общества Республики Беларусь, акционирование которых прошло с участием населения

| Эмитент | Дивиденды на 1 акцию, р. | Цена 1 акции, р. |
|--|--------------------------|------------------|
| ГОТТЦ «Гарант» | 309 | 8 000 |
| ОАО «Керамин» | 82500 | 160000 |
| ОАО «Слуцкий мясокомбинат» | 2741 | 42 800 |
| ОАО «Приорбанк» | 1 675 | 8 500 |
| ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» | 7871 | 527 000 |
| ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман» | 2074 | 300 000 |
| Белорусская валютно-фондовая биржа | 1230 | 19 000 |
| СОАО «Ляховичский молочный завод» | 15166 | 7 310 |
| ОАО «Гомельский мясокомбинат» | 75 | 100 |
| СОАО «Коммунарка» | 80903 | 677 630 |
| ОАО «Кобринский МСЗ» | 8028 | 210 000 |
| ОАО «Пивзавод Оливария» | 12258 | 4 000 000 |

Если рассматривать данные общества по стоимости акций, то самыми дешевыми являются акции ОАО «Гомельский мясокомбинат», затем идет СОАО «Ляховичский молочный завод», ГОТТЦ «Гарант», ОАО «Приорбанк», Белорусская валютно-фондовая биржа, ОАО «Слуцкий мясокомбинат», ОАО «Керамин», ОАО «Кобрин-

ский МСЗ», ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», СОАО «Коммунарка», ОАО «Пивзавод Оливария».

По количеству дивидендов на одну акцию эти общества можно сгруппировать следующим образом:

- Первая группа – до 10000 р. на 1 акцию включает:

1. ОАО «Гомельский мясокомбинат».
2. ГОТТЦ «Гарант».
3. Белорусская валютно-фондовая биржа.
4. ОАО «Приорбанк».
5. ОАО «Слуцкий мясокомбинат».
6. ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман».
7. ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат».
8. ОАО «Кобринский МСЗ».

- Вторая группа – от 10 до 50 тыс. р. на 1 акцию состоит из следующих предприятий:

1. ОАО «Пивоваренный завод Оливария».
2. СОАО «Ляховичский молочный завод».

- Третья группа – от 50 тыс. р. на 1 акцию и выше. Это:

1. СОАО «Коммунарка».
2. ОАО «Керамин».

Однако в процентном выражении дохода на одну акцию (дивиденды/цена акции) рейтинг предприятий выглядит несколько иначе (табл. 2).

Таблица 2

**Рейтинг рассматриваемых предприятий по доходу на 1 акцию
в процентном выражении**

| Наименования | Дивиденды на 1 акцию, % |
|--|-------------------------|
| СОАО «Ляховичский молочный завод» | 207,4 |
| ОАО «Гомельский мясокомбинат» | 75,3 |
| ОАО «Керамин» | 51,6 |
| ОАО «Приорбанк» | 19,7 |
| ОАО «Коммунарка» | 11,94 |
| Белорусская валютно-фондовая биржа | 6,5 |
| ОАО «Слуцкий мясокомбинат» | 6,4 |
| ГОТТЦ «Гарант» | 3,9 |
| ОАО «Кобринский МСЗ» | 3,8 |
| ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» | 1,5 |
| ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман» | 0,7 |
| ОАО «Пивоваренный завод Оливария» | 0,3 |

Как видно из табл. 2 наиболее привлекательными для населения являются вложения в СОАО «Ляховичский молочный завод», так как 1 акция приносит 207,4 % дохода, ОАО «Гомельский мясокомбинат» – 75,3 % дохода на 1 акцию и ОАО «Керамин» – 51,6 % дохода на одну акцию. Одновременно с этим в белорусских банках процентная ставка по вкладам в белорусских рублях составляет от 29 % (срочный

вклад «Гостинец»), до 39 % (вклад «сберегательный сертификат»), т. е. инвестирование средств в вышеперечисленные общества, казалось бы, предпочтительней, чем размещение денег на депозитах банков. Но инвестирование в Республике Беларусь связано с большим постоянным риском, поэтому наш взгляд разумнее будет вложить свои средства в банк. В то же время при стабилизации законодательной базы и постоянном мониторинге ситуации на рынке можно не только свести все риски к минимуму, но и умножить свой начальный капитал, так что в принципе инвестирование вполне может рассматриваться как самый привлекательный способ вложения для населения.

Проанализируем зарубежный опыт аналогичной деятельности.

Если рассмотреть три «топовых» российских предприятия, то «картина» выглядит следующим образом (табл. 3):

Таблица 3

Стоимость акций и доход на 1 ценную бумагу отдельных российских акционерных обществ

| Наименования | Дивиденд на 1 акцию, рос. р. | Стоимость 1 акции | Дивиденд на 1 акцию, % |
|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|
| ОАО «Газпром» | 8,97 | 190 рос. р. | 4,72 |
| ГМК «Норильский никель» | 196 | 201 дол./акция | 3,25 |
| ОАО «Лукойл» | 86,8 | 67 дол./акция | 4,32 |

Как видно из таблицы 3 доход на 1 акцию известных российских акционерных обществ колеблется в пределах 3–5 %. Одновременно с этим стоит отметить, что процентная ставка по вкладам в долларах и российских рублях в банках Беларуси составляет от 3,5 % (вклад «престиж») до 6 % (вклад «классик плюс»). Процентная ставка в банках России по вкладам в российских рублях составляет от 12,5 % (вклад «прогрессивный» в Русском Международном Банке) до 13 % (вклад «меткомбанк-сказочный» в банке «Меткомбанк») и долларах США – от 7,8 % (вклад «доходный» в банке «БФГ-кредит») до 8 % (вклад «срочный» в банке «Центральный Коммерческий Банк»).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на то, что вклад в банке надежный и проверенный временем способ хранения своего капитала, все же инвестирование может стать именно тем видом деятельности для населения нашей страны, который может принести значительный дополнительный доход.

**ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ
КАК ФАКТОР УКРЕПЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Н. А. Хлебаев

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

Руководитель О. Г. Винник

В настоящее время уже никто не ставит под сомнение тот факт, что мир переживает глубокую трансформацию. Складывается совершенно новая геополитическая ситуация, которая определяется нарождающейся многополярностью, укреплением новых центров экономического роста.

Руководством Республики Беларусь поставлены четкие стратегические задачи перехода от сырьевой экономики к инновационной, ее модернизации и технологическому развитию. Несомненно, именно этот путь должен обеспечить достойное место Беларуси в современном мире – мире XXI в.

Переход к рыночной экономике болезненно сказался на машиностроительном комплексе. За последние 5 лет объемы промышленного производства сократились в несколько раз, а доля машиностроения в промышленном выпуске продукции уменьшилась до 20 %. Экспорт страны в объемах машиностроения и металлообработки составил 30–33 %. Несмотря на сохраняющиеся трудности, машиностроительная продукция в общем объеме экспорта республики занимает лидирующее положение. Имеющийся научно-технический и производственный потенциал отрасли позволяет значительно увеличить выпуск продукции, пользующейся спросом на внутреннем и внешних рынках.

Именно формирование долговременной инновационной и технической политики на базе стратегического подхода служит мощным механизмом целенаправленного регулирования экономики страны со стороны государства, воздействия на рыночную среду и действующие в этой среде предприятия с целью повышения эффективности коммерческой деятельности отраслей и регионов, совершенствования налоговой системы и решения социальных проблем в интересах населения.

В настоящее время наиболее перспективными секторами рынка для машиностроения являются:

- автомобилестроение;
- энергомашиностроение;
- транспортное машиностроение;
- продукция оборонно-промышленного комплекса;
- отдельные виды товаров народного потребления;
- сельскохозяйственная техника;
- станкостроение.

В условиях жесткой конкуренции на мировом продовольственном рынке обеспечить продовольственную безопасность страны и эффективность внешнеторговой деятельности АПК, а также быть лидером на внутреннем рынке возможно лишь на основе научных знаний и национальных инновационных систем. Одна из ведущих ролей в таких системах принадлежит материально-технической базе, являющейся основой коренной технико-технологической модернизации сельскохозяйственного производства, широкомасштабного освоения энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Реализация Государственной программы возрождения и развития села на 2010–2015 гг. дает возможность сельскому хозяйству Беларуси существенно обновить материально-техническую базу. Однако уровень технической оснащенности агропромышленного производства остается недостаточным. Больших средств для развития села в стране в настоящее время нет. Проблематично найти и инвесторов. Поэтому важно определить рациональные направления стратегии технического переоснащения аграрной сферы. Поскольку в последние годы машинно-тракторный парк был существенно обновлен, а основную выручку сельскохозяйственные организации организации получают от животноводческой отрасли, полагаем, на ближайшие годы целесообразно направить основные ресурсы на обновление ее материально-технической базы.

Министерства промышленности разработали более 100 видов базовых моделей техники, в том числе 13 самосвалов и другой карьерной техники, 23 трактора и спе-

циальной автотракторной техники, 16 самоходных комбайнов и другой сельскохозяйственной техники, 20 специальных строительно-дорожных и коммунальных машин. За последнее десятилетие в Беларуси сформировались новые подотрасли машиностроения: лесохозяйственное машиностроение, зерноуборочное комбайностроение. Продукция этих подотраслей обеспечивает внутренние потребности страны, составляет достойную конкуренцию технике зарубежных производителей на внешних рынках. На конец 2009 г. объем выпущенной продукции, разработанной в ходе выполнения Государственной научно-технической программы «Машиностроение» и Государственной целевой программы «Автотракторокомбайностроение», составил 1,3 млрд дол. США. При этом отчисления в бюджет по выпускаемой технике достигли 272,5 млн дол. США и более чем в 25 раз превысили бюджетные затраты на разработку освоенной в производстве продукции.

Сейчас идет разработка над созданием новых моделей автотракторной и сельскохозяйственной техники, автотракторной электроники и электромеханики, наукоемких компонентов, материалов и технологий, конкурентоспособных на мировом рынке. Наиболее полный перечень этих работ содержится в Государственных программах научных исследований «Нанотех», «Конвергенция», «Электроника». Масштабное внедрение инноваций в реальный сектор экономики, перевооружение производственной базы промышленных предприятий – одно из приоритетных направлений государственной научно-технической политики страны.

В ближайшей перспективе специалистам Объединенного института машиностроения предстоит решить ряд задач, связанных с повышением конкурентоспособности белорусской техники. В частности, речь идет о разработке и производстве дизельных двигателей мощностью 300–350 л. с., оснащении выпускаемой в республике мобильной техники комплексом современных отечественных электронных и мехатронных систем. Кроме этого, деятельность ученых будет направлена на создание комплекса современных механических, гидромеханических и гидрообъемно-механических автоматизированных трансмиссий для автотракторной техники. В институте также займутся разработкой алгоритмических и программных комплексов для решения задач управления мобильными машинами, технологическим оборудованием и их агрегатами в реальном времени. Будут созданы и новые конструкционные, фрикционные, антифрикционные и смазочные материалы. Все это предусмотрено государственной комплексной целевой научно-технической программой «Машиностроение» на 2010–2015 гг.

Одной из наиболее перспективных разработок Объединенного института машиностроения в области научно-технической деятельности является разработка по созданию экспортоориентированной автотракторной и комбайновой техники, оборудованной многоуровневыми интегрированными электронными системами адаптивного управления и диагностики узлов и агрегатов, включающими мехатронные компоненты и интеллектуальные устройства:

- высокоэнергонасыщенных тракторов и комбайнов;
- грузовых автомобилей и автопоездов, в том числе многозвенных модульного типа;
- карьерных самосвалов грузоподъемностью 95–500 т;
- многоосных колесных тягачей, лесозаготовительной техники, дорожно-строительной, коммунальной техники.

В области механизации ученые работают над созданием новой высокопроизводительной техники, развитием блочно-модульного построения сельскохозяйственных агрегатов, позволяющих совмещать различные операции, быстро перенастраи-

вать машины под изменяющиеся условия. Развернуты исследования по разработке энергосберегающих технологий и создание новой техники, способных на 30–40 % уменьшить потребление топлива без снижения производства продукции.

В заключение можно сказать, что с учетом существенного отставания промышленного и сельскохозяйственного машиностроения Республики Беларусь от развитых стран можно сформулировать ряд основных приоритетных направлений внедрения инноваций в машиностроении:

- разработка современной техники, соответствующая лучшим мировым аналогам, для производства предпочтительных видов сельскохозяйственной продукции;
- разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий тракторного и сельскохозяйственного машиностроения;
- разработка гибридных двигателей для тракторов с целью повышения их коэффициента полезного действия;
- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по производству технологических комплексов для АПК;
- повышение эффективности специализированных конструкторских бюро;
- закрепление позиций за рубежом и увеличение доли рынка за счет поставок техники для АПК, соответствующей лучшим мировым аналогам;
- разработка новинок, не имеющих аналогов на мировом рынке.

Л и т е р а т у р а

1. Учреждение «Редакция газеты «Белорусская нива».
2. Основы инновационного менеджмента: теория и практика : учеб. пособие / под ред. П. Н. Завлина, Л. Э. Казанцева. – М. : Экономика, 2007.
3. Биотехнологическая начинка для народного хозяйства / М. Михайлова // Наука и инновации: науч.-практич. журн. – 2012. – № 10. – С. 50–51.
4. Технологии машиностроения. Ежемесячный журнал. – М. : Технологии машиностроения, 2004–2008.
5. Беларусь: экономика АПК в очень плохом состоянии / Newsland [Электронный ресурс].
6. Запольский, М. Проблемы создания эффективных агрохолдингов в отечественном АПК: экономический аспект / М. Запольский // Аграр. экономика [Электронный ресурс]. – 2010. – № 5.

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Е. Ю. Карлашова

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

Руководитель И. Н. Ридецкая

Система менеджмента организации – совокупность подсистем менеджмента, регулирующих все основные направления ее деятельности (финансы, производство, ресурсы, качество, экологию, промышленную безопасность и охрану труда, персонал, инновации и т. д.) для удовлетворения требований всех заинтересованных в ее деятельности сторон (потребителей, организаций, работников, поставщиков, владельцев, общества)

Система менеджмента организации разрабатывается с учетом специфики организации, которая проявляется в ключевых аспектах, проявляющихся как:

- миссия и видение организации;
- оперативные, тактические и стратегические цели организации;
- правильный выбор ключевых показателей эффективности для мониторинга и анализа процесса достижения поставленных стратегических задач;

- структура процессов производства продукции или услуги;
- организационная структура сотрудников и подразделений;
- наличие и качество систем информационного обеспечения;
- учет специфики управления персоналом.

Современное развитие менеджмента в Беларуси представлено на рис. 1.



Рис. 1. Направления развития менеджмента в Республики Беларусь

Преимущества системного подхода к менеджменту:

- формирование четкой взаимосвязи между подразделениями, взаимодействия процессов системы;
- структурирование системы для достижения целей организации наиболее результативным и эффективным способом;
- создание возможности фокусирования усилий на ключевые процессы и цели;
- повышение мобильности и адаптируемости организации к изменяющимся внешним условиям и действиям конкурентов;
- обеспечение сбалансированного учета интересов всех заинтересованных сторон;
- создание условий по улучшению деятельности на основании результатов оценки и измерения.

Создание систем менеджмента на основе международных стандартов – это важный шаг к экономически рациональному, сбалансированному и безопасному функционированию организации для завоевания лидерства на рынке. В качестве основы для создания современных систем менеджмента используются требования следующих стандартов:

- СТБ ISO 9001-2009 Системы менеджмента качества.
- СТБ ИСО 14001-2005 Системы управления окружающей средой.
- СТБ 18001-2009 Системы управления охраной труда.

Особенности данных стандартов заключаются в том, что стандарт является добровольным, стандарт применим к любой организации независимо от ее размера и типа производимой продукции, стандарт содержит требования, которые должны

быть подвергнуты объективной аудиторской проверке в целях сертификации и/или самостоятельного заявления организации.

Организация работ по созданию системы менеджмента традиционно включает пять основных этапов:

- организационно-подготовительный;
- разработка СМК;
- внедрение СМК;
- подготовка СМК к сертификации;
- сертификация СМК.

В рамках третьего этапа (внедрение системы менеджмента) выделяются работы по созданию в организации службы внутреннего аудита. Аудит – систематический, независимый, и документированный процесс получения свидетельств аудита (проверки) и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита

Проведение аудитов, функционирования системы управления является новым элементом, введение которого наряду с другими новыми элементами даст предпосылки для повышения эффективности управления организацией.

В современной практике выделяют следующие виды аудитов:

– аудиты первой стороной – проводятся самой организацией или от ее имени для внутренних целей и могут служить основанием для декларации о соответствии (внутренний аудит организации);

– аудиты второй стороны – проводятся сторонами, заинтересованными в деятельности организации с целью выявления соответствия процесса или продукции контрактным условиям, заранее установленным потребителем;

– аудиты третьей стороны – проводятся внешними независимыми ни от потребителя, и от производителя организациями (сертификационный аудит).

Цели аудита системы управления:

1. Определить соответствие системы управления:

- запланированным мероприятиям;
- требованиям стандарта;
- требованиям к системе управления, разработанным организацией;

2. Проверить, должным ли образом внедрена система управления и поддерживается ли она в рабочем состоянии.

3. Проверить эффективность и результативность системы управления для реализации политики, достижения целей организации и обеспечения ее дальнейшего улучшения.

Цели аудита определяют, что следует выполнять в каждом аудите и включать в план аудита. Они должны включать следующее:

– определение степени соответствия проверяемой системы менеджмента или ее частей критериям аудита;

– оценку возможности системы менеджмента обеспечивать соответствие законодательным и другим требованиям;

– оценку результативности системы менеджмента для достижения установленных целей;

– идентификацию областей потенциального совершенствования системы менеджмента;

– обращение с конфиденциальной информацией, включая степень ее разглашения.

Техника проведения комплексного аудита представлена на рис. 2.



Рис. 2. Техника проведения комплексного аудита

Аудит проводят по заранее подготовленному контрольному листу. Контрольный лист – документ, в котором требования к аудиту установлены в соответствующих документах в форме вопросов. Однако объем проверки не ограничивается вопросами, которые содержатся в контрольных листах, также аудитор готовит формы регистрации данных. По результатам проверки подготавливается отчет.

Сбор информации, относящейся к целям, области и критериям аудита, включая информацию о деятельности и взаимодействии подразделений, проводится следующими методами:

- опрос работников организации;
- наблюдение за деятельностью;
- анализ документов.

Лицу, осуществляющему менеджмент программы аудита, следует определить объем программы аудита, который может варьироваться в зависимости от размера и характера проверяемой организации, а также от характера, функциональности, сложности и уровня зрелости проверяемой системы менеджмента и значимых для нее вопросов. Работа аудитора заключается в определении того, насколько эффективно функционирует система управления.

Доверие к аудиту и способность достичь его целей зависит от компетентности лиц, планирующих и проводящих аудит, включая аудиторов и руководителей команд по аудиту. Компетентность включает личное поведение, способность применять знания и навыки, приобретенные посредством обучения, рабочего опыта, подготовки аудитора и опыта по аудиту. Аудитор должен обладать такими личными качествами, как порядочность, справедливость, честность, выдержанность, решительность, организованность и др.

Система управления признается соответствующей техническим нормативно-правовым актам на систему управления, если:

- несоответствия отсутствуют;
- имеются несущественные несоответствия, которые могут быть устранены в процессе работы группы по аудиту или в течение двух месяцев со дня их выявления.

Секция VIII МАРКЕТИНГ

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

А. В. Домород

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

Научный руководитель А. И. Короткевич

Человеческий потенциал является одним из основных видов совокупного экономического потенциала и отличается конкретными и качественными характеристиками. Чем больше степень обеспеченности человеческим потенциалом, тем больше потенциальная способность национальной экономики к росту.

Целью исследования в данной работе является выявление методик оценки развития человеческого потенциала. Объектом исследования является человеческий потенциал, а предметом – его методики оценки. Основным методом, который использовался в исследовании, является аналитический.

В 1990 г. Программа развития ООН ввела в публичное обращение понятие индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП). В настоящее время используются также такие индексы, как индекс развития человеческого потенциала, скорректированный с учетом неравенства, индекс гендерного неравенства и многомерный индекс бедности. Рассмотрим каждую методику в отдельности.

Индекс развития человеческого потенциала позволяет учитывать не только экономическую, но и социальную эффективность стран, качество жизни населения. В настоящее время индекс человеческого развития включает в себя измерение долголетия и здоровья на основе показателя ожидаемой продолжительности жизни при рождении, знаний на основе средней и ожидаемой продолжительности обучения и достойного уровня жизни на основе показателя валового национального дохода (ВНД) на душу населения в долларах США по паритету покупательской способности.

Для преобразования показателей в индексы со шкалой от 0 до 1 устанавливаются минимальное и максимальное значения (целевые ориентиры). На 2011 г. были установлены следующие минимальные значения: для ожидаемой продолжительности жизни при рождении – 20 лет, для обеих переменных в области образования – 0 лет и для ВНД на душу населения – 100 дол. США [1, с. 168]. В свою очередь, целевые ориентиры для расчета Индекса человеческого развития в 2001 г. составили: для ожидаемой продолжительности жизни при рождении – 83,4 года, для средней продолжительности обучения – 13,1 года и для ожидаемой – 18 лет, сводный индекс образования – 0,978, для ВНД на душу населения – 107 721 дол. США по паритету покупательской способности.

Подиндексы находятся как отношение разницы фактического и минимального значения к разнице максимального и минимального значения. Таким образом, Индекс человеческого развития (ИЧР) представляет собой среднее геометрическое трех индексов измерений.

Таким образом, ИЧР является суммарным показателем развития человека. Он демонстрирует средний уровень достижений страны по трем базовым измерениям развития человека: долголетию и здоровью, доступу к знаниям и достойному уровню жизни.

Индекс человеческого развития, скорректированный с учетом неравенства (ИЧРН), вносит в ИЧР поправку на неравенство в распределении каждого измерения индекса среди населения. Индекс исчисляется как среднее геометрическое средних геометрических величин, рассчитанных для всего населения по каждому измерению отдельно. ИЧРН учитывает неравенство в отдельных измерениях ИЧР путем «дисконтирования» среднего значения каждого измерения в соответствии с его уровнем неравенства. ИЧРН равен ИЧР, когда неравенство между людьми отсутствует, но приобретает значение ниже ИЧР по мере усиления неравенства. В этом смысле ИЧРН представляет собой фактический уровень развития человека (с учетом неравенства), в то время как ИЧР можно рассматривать как индекс «потенциального» развития человека, которое может быть достигнуто при отсутствии неравенства. Разница между ИЧР и ИЧРН представляет собой снижение уровня развития человека, обусловленное неравенством, и может быть выражена в процентах.

Снижение ИЧР, основанного на нелогарифмированном индексе дохода, в результате воздействия неравенства по каждому измерению рассчитывается по формуле

$$\text{Снижение} = 1 - \sqrt[3]{(1 - A_{\text{Жизнь}})(1 - A_{\text{Образование}})(1 - A_{\text{Доход}})}.$$

Если исходить из того, что процент снижения, вызванного неравенством в распределении доходов, является одинаковым как для среднего дохода, так и для его логарифма, формула ИЧРН будет следующей [1, с. 170]:

$$IHDI = \sqrt[3]{(1 - A_{\text{Жизнь}})(1 - A_{\text{Образование}})(1 - A_{\text{Доход}})} HDI.$$

ИЧРН основывается на индексе, который удовлетворяет критерию совместимости подгрупп. Благодаря этому улучшение или ухудшение распределения результатов развития человека в конкретной группе общества будет находить отражение в изменении общего показателя развития человека. Кроме того, этот индекс является независимым от последовательности расчетов. Основным недостатком ИЧРН является то, что он невосприимчив к взаимосвязи, т. е. не отражает «наложения» различных видов неравенства друг на друга. Для того чтобы сделать показатель чувствительным к взаимосвязи, необходимо, чтобы все данные по каждому индивиду были получены из одного исследовательского источника, что в настоящее время невозможно из-за большого числа стран.

Индекс гендерного неравенства (ИГН) отражает неблагоприятное положение в гендерном отношении для трех измерений – репродуктивного здоровья, расширения прав и возможностей (РПВ) и рынка труда. Индекс показывает ущерб для потенциального развития человека, обусловленный неравенством достижений женщин и мужчин по этим измерениям. Его значение колеблется от 0 – в случае, когда женщины и мужчины равны, до 1, когда один из полов демонстрирует минимально возможные показатели по всем измеряемым параметрам. Источниками для расчета индекса является коэффициент материнской смертности (*MMR*), уровень рождаемости среди подростков (*AFR*), места в парламенте в соотношении женщин и мужчин (*PR*), уровни среднего и высшего образования (*SE*), экономическая активность на рынке труда (*LFPR*).

Для женщин и девочек формула агрегирования выглядит следующим образом:

$$G_F = \sqrt[3]{\left(\frac{10}{MMR} \frac{1}{AFR}\right)^{\frac{1}{2}} (PR_F \cdot SE_F)^{\frac{1}{2}} LFPR_F}.$$

А для мужчин и мальчиков [1, с. 171]:

$$G_M = \sqrt[3]{1 (PR_M \cdot SE_M)^{\frac{1}{2}} LFPR_M}.$$

Индексы для женщин и мужчин агрегируются по среднему гармоническому с целью создания равномерно распределенного гендерного индекса:

$$HARM(G_F, G_M) = \left[\frac{G_F^{-1} + G_M^{-1}}{2} \right]^{-1}.$$

Применение среднего гармонического средних геометрических величин внутри групп учитывает неравенство между женщинами и мужчинами, одновременно корректируя показатель с учетом взаимосвязи между измерениями.

Референтный стандарт для расчета неравенства получен путем агрегирования женских и мужских индексов с использованием равных весов (т. е. при одинаковом отношении к обоим полам), а затем агрегирования этих индексов по измерениям:

$$G_{F,M} = \sqrt[3]{\text{Здоровье} \cdot \text{Расширение прав и возможностей} \cdot LFPR}.$$

Сравнение равномерно распределенного гендерного индекса с референтным стандартом позволяет нам получить ИГН:

$$ГИ = 1 - \frac{HARM(G_F, G_M)}{G_{F,M}}.$$

Следующим является многомерный индекс бедности (МИБ), который отражает множественные виды депривации в области образования, здоровья и уровня жизни на индивидуальном уровне. Каждому лицу присваивается определенный индекс депривации в зависимости от того, какие виды депривации его/ее домохозяйство испытывает по каждому из 10 компонентных индикаторов. Максимальное значение индекса – 100, причем каждое измерение имеет равный вес (т. е. максимальный размер индекса по каждому измерению составляет 33,3 %). Измерения «Образование» и «Здоровье» имеют по два показателя, поэтому «стоимость» каждого компонента составляет 5/3 (или 16,7 %). Измерение «Уровень жизни» имеет шесть индикаторов, поэтому «стоимость» каждого компонента составляет 5/9 (или 5,6 %) [1, с. 172].

Коэффициент бедности H определяет долю населения, являющегося многомерно бедным, и находится как отношение численности многомерно бедных (q) к общей численности населения (n) [1, с. 173]. Интенсивность бедности A отражает пропорцию взвешенных компонентных индикаторов, по которым, в среднем, бедняки испытывают депривацию. Только для бедных домохозяйств индексы депривации суммируются и делятся на общую численность бедного населения. Тогда индекс многомерной бедности будет равен произведению коэффициента бедности H на интенсивность бедности A .

Таким образом, можно выделить 4 методики оценки развития человеческого потенциала: индекс человеческого развития; индекс человеческого развития, скорректированный с учетом неравенства; индекс гендерного неравенства; многомерный индекс бедности.

Литература

1. Доклад о человеческом развитии 2011. Устойчивое развитие и равенство возможностей: лучшее будущее для всех / пер. с англ., ПРООН. – М. : Весь мир, 2011. – 188 с.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СПОРТОМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. В. Антушевич

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

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

С того времени как будет подписан новый Указ Президента Республики Беларусь «О поддержке организаций физической культуры и спорта» для белорусского спорта настанет новый, качественно иной период. Так какой же профессиональный спорт в Беларуси сейчас? В большей степени он напоминает бездонную бочку, в которую регулярно вкладываются огромные государственные средства, а эффекта (как экономического, так и профессионального) это не приносит. Спортсмены привыкли получать огромные финансовые контракты при этом, отрабатывая в лучшем случае его пятую часть, и вместе с этим желание и профессиональный рост деградируют прямо пропорционально росту зарплаты. Вот и получается, что зарабатывать клубы не умеют, зато тратить научились с лихвой.

Основные проблемы, которые характерны для белорусского профессионального спорта, выглядят следующим образом: 1) отсутствие у руководителей спортивных клубов необходимых профессиональных навыков; 2) неэффективное использование средств клубами, в том числе и предоставленных государством; 3) несовершенство нормативно-правовой базы; 4) отсутствие деятельности, по выходу спортивных клубов на самофинансирование; 5) несовершенная структура детско-юношеской подготовки.

Приходится констатировать, что руководителям при принятии определенных управленческих решений не достаёт профессиональных знаний в спортивном менеджменте и маркетинге, что зачастую приводит к негативным последствиям. Не умея зарабатывать, руководство клубов платит игрокам в разы завышенную зарплату. В спорте, где отсутствует работа по зарабатыванию денег и где фонд заработной платы составляет 60–80 %, – непозволительная роскошь. Пока государство будет спортивные клубы финансировать на запредельном уровне, сами клубы зарабатывать не будут. Нормативно-правовая база за 20 лет существования белорусского спорта еще не обрела идеальных параметров. А что касается детско-юношеской подготовки, то здесь стоит упомянуть, что только по некоторым видам спорта (таким как хоккей и футбол) осуществляется необходимая работа. Что касается остальных видов спорта, то подготовка сведена к примитивнейшему алгоритму: выбираются наиболее способные из всех, подготовленных силами ДЮСШ.

Из вышеизложенного следует, что в работе спортивных клубов есть четыре крупные проблемы. И только за нормативно-правовую базу несет ответственность

исключительно государство. Новый Указ, который вскоре будет подписан, призван исправить сложившуюся ситуацию. Таким образом будет сломлена старая, неэффективная система белорусского спорта, а дальше последует выстраивание системы по требованиям современной экономики и современного мирового спорта.

В Беларуси финансирование спортивных клубов от государственных предприятий, доля государства в которых 50 % и более, приравнивается к государственной помощи. Иными словами, практически 100 % профессиональных клубов страны так или иначе финансируются за счет государственных средств. По новому Указу, государственную поддержку в 2014 г. получают только те спортивные клубы, у которых доход от осуществления предпринимательской деятельности, от международных спортивных организаций, трансферных сделок в 2013 г. составил не менее 20 % от общих доходов клуба из всех возможных источников. С 2015 г. поддержка клубов по игровым видам спорта оказывается в размерах, не превышающих доход от осуществления предпринимательской деятельности, от международных спортивных организаций, трансферных сделок, полученных этими клубами в предшествующем году. Данное положение не распространяется только в случае достижения клубом высоких спортивных результатов на европейских клубных турнирах по игровым видам спорта и в Континентальной хоккейной лиге, в том числе молодежной, в течение двух лет, следующих за спортивным сезоном, в котором были достигнуты эти результаты. Иными словами, если клуб не достиг высокого результата на международных соревнованиях, то государственная помощь в 2015 г. составит ровно столько, сколько клуб самостоятельно заработал в 2014 г. Но и это еще не все. Согласно новому Указу обязательным условием при получении государственной помощи является требование, по которому не менее 25 % средств, полученных клубом, должны быть направлены на развитие инфраструктуры и детско-юношеского спорта, причем на детско-юношеский спорт не менее 15 %.

Для примера возьмем предприятие СП ООО «ГВК». По итогам 2011 г., предприятие заработало 168 млн р. (за счет ТЦ «Старт»). Целевое финансирование составило 6284 млн р. Затраты на спорт составили 6162 млн р. Таким образом, если не учитывать государственную помощь, то убытки клуба составили бы 5994 млн р. Государство тратит огромнейшие средства, но ради чего? Здорового образа жизни нации? Но курящих и употребляющих спиртные напитки людей с каждым годом становится все больше. Ради популяризации спорта среди молодежи? Так занимающихся детей в спортивных секциях становится все меньше. Ради имиджа страны на международных турнирах? А ведь наши сборные команды, кроме как по хоккею, никуда не попадают, а в этом году и хоккеисты не отобрались на Олимпиаду в Сочи в 2014 г. Олимпийские игры в Лондоне были так же провалены, об этом сказал глава государства. Так ради чего происходит непомерное финансирование белорусского спорта?

Как бы многим не казалось обратным, но подписание Указа станет реанимирующим шагом для всего белорусского спорта. И в перспективе конкурентоспособными будут лишь те предприятия, которые эффективно работают.

Возвращаясь к предприятию СП ООО «ГВК», следует отметить, что спортивная часть предприятия абсолютно убыточна. Во всем мире спортивные команды приносят прибыль своим владельцам, но только не в Беларуси. Отчасти проблема и состоит в том, что за рубежом подавляющее большинство спортивных клубов находится в частном владении. Как известно, частный предприниматель не потерпит убытков, и поэтому все руководство занято в первую очередь зарабатыванием денег, а уже потом и достижением спортивных результатов (за некоторыми исключениями). А в Беларуси все клубы фактически государственные. Они могут принадлежать муници-

пальным властям, государственным предприятиям, различным обществам, но не частным лицам. И руководители, находясь на дотациях государства, не имеют высокой заинтересованности в зарабатывании средств.

Наши спортсмены являются одними из самых обеспеченных людей в стране. Однако высокая зарплата не является показателем эффективной работы, а скорее наоборот. Клуб же может зарабатывать средства от: 1) реализации билетов на спортивные матчи; 2) спонсорской помощи за размещение логотипов предприятий на игровой форме спортсменов; 3) реализации фирменной и спортивной атрибутики; 4) реализации прав на размещение рекламных щитов в спортивном зале и другие формы рекламы; 5) трансферной деятельности; 6) финансовой помощи от международных спортивных организаций.

В зарубежных странах спортивные команды используют те же направления, только еще дополнительно они зарабатывают средства от продажи телеправ на трансляцию спортивных матчей. Но это направление не развито в нашей стране должным образом. Остальные направления получения денег не используются из-за отсутствия желания и умения. А в силу грядущих изменений, те команды, которые будут и дальше игнорировать принципы менеджмента и маркетинга при управлении спортивными командами, которые направлены на зарабатывание средств и грамотное их использование, будут вынуждены прекратить свое существование.

Необходимо многое сделать для того, чтобы выстроить совершенную спортивную систему в стране. Однако фундаментальным видится направление, при котором в нашей стране будут готовить кадры в сфере спортивного маркетинга и менеджмента. Ведь важно не только выпускать управленцев, досконально знающих спортивную сферу, но и маркетологов, которые смогут заработать в этой сфере. Ведь спорт во всем мире – это огромный бизнес. И специфика его принципиально отличается от других сфер услуг.

В нашей стране есть лишь одно учебное заведение, которое должно выпускать специалистов такого направления – Белорусский государственный университет физической культуры. Кафедра менеджмента спорта и туризма выпускает специалистов по специальности «Спортивно-педагогическая деятельность» (менеджмент в спорте). Под спортивным менеджментом понимается не только грамотное управление, но и возможность получения прибыли. Маркетолог и маркетолог в спорте – это совершенно разные понятия. Если взглянуть на программу подготовки спортивных маркетологов в Московском государственном университете управления, то становится очевидно, что ни один вуз Беларуси не готовит подобных специалистов. Вот курсы, которые преподают в этом университете: 1) экономика спорта; 2) реклама и медиапланирование в спортивной индустрии; 3) социальная защита в спорте; 4) планирование и проведение спортивных мероприятий; 5) СМИ и спорт; 6) спортивная психология; 7) управление спортивными проектами; 8) эксплуатация спортивных сооружений; 9) правовое обеспечение спортивной индустрии; 10) Олимпийский менеджмент; 11) управление в массовом спорте; 12) спортивное страхование; 13) методы продаж в спорте; 14) спортивный маркетинг; 15) спортивное финансирование.

К сожалению, в БГУФК преподается только одна треть этих дисциплин, а остальное все, что изучают студенты не связано со спортом и тем более со спортивным маркетингом. Следовательно, для управленческих кадров спортивной отрасли такой уровень подготовки не является оптимальным.

Поэтому было бы целесообразно как улучшить качество преподавания в БГУФК, так и открыть специальность как минимум еще в одном вузе, например, ГТТУ им. П. О. Сухого, на базе кафедры «Маркетинг» либо на базе магистратуры, либо вто-

рого высшего образования. В ГГТУ им. П. О. Сухого сейчас готовят специалистов специализации «Маркетинг в туризме, спорте и физической культуре», однако к спортивному маркетингу данная специальность не имеет никакого отношения.

С открытием этой специальности возникает другая огромная проблема – кому преподавать? Ведь эта специальность ориентирована на практику. В нашей стране нет достаточного количества практиков по этому направлению, не говоря уже о городе Гомеле. Поэтому прежде чем открывать специальность, нужно убедиться в том, что те люди, которые будут преподавать специфические дисциплины студентам, будут отвечать всем современным требованиям этого направления. Целесообразным может быть в такой ситуации привлечение специалистов из других регионов (стран) или организация повышения квалификации и переподготовки имеющих.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОВАРОПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ ОАО «ГОМЕЛЬСТЕКЛО» НА РЫНКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ю. А. Старотиторова

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

Научный руководитель А. Ю. Бердин

Собственные официальные представительства в регионах (как на территории Республики Беларусь, так и других стран), через которые происходит реализация продукции, являются основной формой построения торговых сетей во всем мире и признана всеми странами и ведущими мировыми производителями. Потребители должны иметь возможность приобретать необходимую им продукцию в своем регионе и при этом иметь возможность напрямую сотрудничать с предприятием-производителем.

Наличие представительств позволяет ОАО «Гомельстекло» более детально и четко контролировать рынок, поступление средств на предприятие, оптимизировать сбытовую деятельность, укрупнить товаропроводящую сеть, а также развивать инфраструктуру, которая обеспечивает комплексность приобретения продукции, оперативность отгрузки.

Рынок Российской Федерации является наиболее перспективным для ОАО «Гомельстекло» по следующим основным причинам:

- большая емкость рынка, высокие темпы роста;
- известность марки ОАО «Гомельстекло» на данном рынке;
- высокий уровень цен на рынке;
- географическая близость основных регионов;
- отсутствие таможенных барьеров;
- отсутствие культурных различий.

В 2011 г. объем реализации полированного стекла на рынок Российской Федерации составил 6,3 млн м², что составляет 30–35 % от всего объема экспорта ОАО «Гомельстекло».

В связи с возрастающей конкуренцией в строительном комплексе Российской Федерации предприятиям необходимо обеспечить себе запас конкурентоспособности в будущих периодах. Особое значение в данном контексте приобретает полнота удовлетворения конечных потребителей, которая зависит не только от наличия производства конкретного товара, но и от методов и форм распределения продукции. Так на формирование портфеля заказов сегодняшнего покупателя влияют следующие значимые факторы:

– оперативность доставки продукции на строительный объект либо к месту потребления и переработки материала;

– наличие широкого ассортимента товаров, так как клиенту важно сформировать комплексный заказ;

– возможность оперативного решения коммерческих и финансовых проблем непосредственно на месте.

Таким образом, все вышеизложенные факторы однозначно обуславливают необходимость наличия у ОАО «Гомельстекло» на территории Российской Федерации не только торговых домов, имеющих юридический адрес и офисное помещение, но и универсальных складских комплексов, которые обеспечат принципиально новый уровень торговли и обеспечения удовлетворенности потребителей. ОАО «Гомельстекло» от строительства специализированного складского комплекса будет иметь следующие выгоды:

– появится возможность создания буферного запаса листового полированного стекла на территории Российской Федерации. Потребитель будет иметь возможность в любое время приобрести со склада весь ассортиментный перечень стекла. За счет этого обеспечивается комплексность покупки и привлекаются дополнительные клиенты, а главное удерживаются прежние, так как в условиях современной конкурентоспособности основной задачей является именно удержание лояльных клиентов, которые и формируют до 90 % валовой прибыли. Также за счет оперативности и постоянного наличия различного номинала стекла в продаже можно предлагать его по более высокой цене;

– ОАО «Гомельстекло» получит возможность выгружать излишки готовой продукции на склад торгового дома. Это позволит экономить складские помещения непосредственно на заводе, а также сократить издержки на содержание помещений и обслуживающего персонала;

– после активизации спроса на листовое стекло предприятию не нужно будет форсировать отгрузку продукции, так как помимо ежесуточной нормы необходимо будет отгружать дополнительные вагоны в адрес товаропроводящей сети со склада.

Таким образом, предприятию предлагается построить торговый дом в городе Брянске Российской Федерации, который будет включать в себя специализированный склад площадью 3000 м² и вместимостью 300 тыс. м² листового стекла, что будет оптимальным и с точки зрения емкости рынка данного региона, и с точки зрения финансовых затрат.

Целесообразность строительства специализированного складского комплекса именно в Брянске, а не в другом городе России, обусловлена следующими факторами:

– по объемам потребления продукции листового полированного стекла г. Брянск и Брянская область занимает третье место после Москвы и Санкт-Петербурга, где уже существуют торговые дома. Данный факт обусловлен тем, что в данном регионе сосредоточено большое количество производителей стеклопакетов, которые активно потребляются;

– данный регион, по сравнению с другими регионами Российской Федерации, располагается на относительно небольшом расстоянии от Гомельской области, что приведет к снижению транспортных издержек.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать однозначный вывод о том, что предложение по строительству складского комплекса именно в Брянске является целесообразным.

В качестве генерального подрядчика предлагается использовать организацию ООО «Стройка». Данная строительная организация имеет большой опыт в возведе-

нии специализированных строительных объектов, располагает квалифицированным персоналом, необходимой строительной техникой, имеет возможность внесения оперативных изменений в проектную документацию. Закупкой всех необходимых строительных материалов будет заниматься также ООО «Стройка».

В настоящее время ОАО «Гомельстекло» реализует стекло на территорию Российской Федерации через два торговых дома, находящихся в Москве и Санкт-Петербурге. После строительства торгового дома в Брянске в 2014 г. планируется также реализовывать дополнительные объемы стекла через Брянский торговый дом.

Для определения экономической эффективности данного мероприятия необходимо определить инвестиции, которые необходимо вложить ОАО «Гомельстекло» для строительства данного специализированного комплекса для хранения продукции листового полированного стекла. Инвестиции будут включать в себя:

- приобретение погрузочно-разгрузочных механизмов (автомобильные погрузчики, грузовые автомобили, кран-балки, козловой кран и т. д.);
- капитальные затраты (затраты на долгосрочную аренду земельного участка, приобретение строительных материалов, аренда строительной техники и т. д.);
- затраты на оформление (регистрационный сбор, юридическое оформление, прохождение комиссий и т. д.);
- кадровые затраты (заработная плата начальника склада, заработная плата грузчика, заработная плата кладовщика, заработная плата бухгалтера и т. д.).

При проведении соответствующих расчетов было установлено, что совокупные инвестиции на проектирование, согласование, строительство, ввод в эксплуатацию специализированного складского комплекса в Брянске составят 4,5 млн р. РФ. Размер прибыли ОАО «Гомельстекло» после строительства данного специализированного комплекса в Брянске ежегодно будет составлять 2,1 млн р. РФ. Также данное мероприятие имеет срок окупаемости, равный 3,6 лет.

Строительство специализированного складского комплекса в Брянске позволит ОАО «Гомельстекло» получить дополнительную прибыль и обеспечить себе солидный корпоративный имидж социально-ответственного и современного предприятия.

Литература

1. Глубокий, С. Товаропроводящая сеть предприятия. Эффективные решения по организации, маркетингу и менеджменту : учебник / С. Глубокий. – Минск : Изд-во Гревцова, 2008. – 350 с.
2. Товаропроводящая сеть – основа создания логистической системы / М. В. Городко // Проблемы управления. – 2011. – № 4. – С. 108–111.
3. Теоретические аспекты развития ТПС / О. Овечкина // Товаропроводящая сеть Респ. Беларусь. – 2009. – № 1. – С. 22–26.

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «МОЗЫРЬСОЛЬ»

Н. С. Гвоздева

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

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

ОАО «Мозырьсоль» является узкоспециализированным предприятием по добыче и производству соли пищевой, а также соли для промышленного применения. В настоящее время ОАО «Мозырьсоль» является лидером среди крупнейших произ-

водителей соли экстра на территории стран СНГ и Восточной Европы. Ежедневно завод производит более 1000 тонн соли экстра «Полесье». Клиентами предприятия являются такие известные зарубежные фирмы, как Galina Blanka, Nestle, McDonalds, Procter&Gamble и др., которые используют при производстве своей продукции в государствах СНГ соль экстра «Полесье». И, конечно же, чтобы достойно поддерживать имидж своего предприятия, необходимо качественную продукцию упаковывать в надежную упаковку.

Для этого на предприятии ОАО «Мозырьсоль» должны быть предприняты следующие меры:

1) замена упаковки продукции в полиэтиленовую пленку на комбинированную пленку, которая обладает большей надежностью;

2) улучшение качества упаковки фасованной соли путем замены физически и морально устаревших фасовочных автоматов, а также дальнейшее продвижение и наращивание объемов реализации фасованной соли в новых видах упаковки.

На период 2008–2011 гг. прогнозируемый прирост по продукции промышленности планировался за счет технического перевооружения действующих производственных мощностей ОАО «Мозырьсоль», а также увеличения выпуска фасованной соли в новых видах упаковки. В связи с этим целесообразно будет приобрести новую упаковочную линию со шнековым дозатором «Бестром 1400». Это позволит увеличить выпуск фасованной соли в новом виде упаковочного материала – комбинированной пленке, которая предотвращает порывы пакетов, недовеса. Она заменит ненадежную полиэтиленовую пленку. Брак такого вида упаковки практически исключен. Цена одной упаковки соли в новой упаковке согласно калькуляции составит 3290 р. Прибыль на одну упаковку – 425,98 р.

При производстве такой упаковки используются комбинации двух или нескольких типов материалов. Комбинированная пленка состоит из двухслойного полипропилена, что исключает разрывание пачки даже при падении с высоты на пол. Благодаря этому число возвратов продукции из-за боя значительно снизится.

Такая упаковка благодаря плоским широким специальным швам может выдерживать наружное давление в десятки килограмм. Именно лавсан, который входит в состав комбинированной пленки, изолирует продукты от паров воды и большинства газов. В отношении кислорода барьерные свойства таких пакетов зависят от толщины полиэтилентерефталатного слоя. Глянцевая поверхность пленки позволяет получать самое высокое качество печати. Высокое качество изображения обеспечивает легкое прочтение текста даже при относительно малом размере шрифта [1, с. 136].

Для того чтобы закупить качественное фасовочное оборудование, необходимо выбрать подходящего поставщика, а также изучить все характеристики предлагаемого им упаковочного автомата.

Далее определяем конечную сумму, которую предприятие готово выделить для покупки нового оборудования. В нее включаем непосредственно стоимость приобретения, а также транспортные расходы, командировочные расходы, расходы на монтаж оборудования, расходы на эксплуатацию. Заметим, что установку и наладку оборудования осуществлял штатный сотрудник фирмы, и поэтому организации следует дополнительно его премировать. Расходов на эксплуатацию предприятию удалось избежать, так как они входят в гарантийное обслуживание оборудования.

По расчетной формуле (1) рассчитаем расходы на установку и наладку оборудования [2, с. 120]:

$$P_m = 3_{пл} \cdot P_{рем}, \quad (1)$$

где P_m – расходы на монтаж оборудования, р.; $Z_{шт}$ – заработная плата работника, осуществляющего монтаж, р.; $\Pi_{рем}$ – процент премии, начисляемой монтажнику за дополнительную работу.

$$P_m = 3240000 \cdot 1,3 = 4,2 \text{ (млн р.)}$$

Как показывает расчетная формула (1), расходы на монтаж оборудования составят 4,2 млн р. В таблице приведены транспортные расходы (P_T) на оборудование из г. Красногорска (место нахождения компании ЗАО «Бестром») в г. Мозырь. Также необходимо принять во внимание, что длина пути составляет 802 км, а время – 8:48.

Транспортные расходы на закупаемое оборудование

| Грузоподъемность автотранспорта при грузоперевозке | Расход топлива, л | Цена топлива, млн р. |
|--|-------------------|----------------------|
| до 1 тонны | 240,6 | 1,9 |

Источник. Собственная разработка.

Из таблицы видно, что транспортные расходы на закупаемое оборудование составят 1,9 млн р. Далее по формуле (2) рассчитаем командировочные расходы [3, с. 145]. Командировочные расходы составляют 20 у. е. суточные + 100 у. е. за гостиницу:

$$P_k = \text{Ч}_p (P_c + P_r) Д К, \quad (2)$$

где P_k – командировочные расходы, р.; Ч_p – число работников, отправляющихся в командировку, чел.; P_c – суточные расходы, у. е.; P_r – расходы на проживание в гостинице, у. е.; $Д$ – количество дней, дней; $К$ – курс доллара США, р.

$$P_k = 2 (20 + 100) 2 \cdot 8100 = 3,9 \text{ (млн р.)}$$

Как показывает расчетная формула (2), командировочные расходы составят 3,9 млн р. Рассчитаем экономический эффект от внедрения нового оборудования на ОАО «Мозырьсоль».

Для этого по формуле (3) [4, с. 123] определяем выпуск соли в год в натуральном выражении при условии, что загрузка оборудования составит 90 % (отчетность предприятия):

$$B = \Pi \bar{p} \cdot N, \quad (3)$$

где B – выпуск кг соли в год, кг; $\Pi \bar{p}$ – средняя производительность в смену, кг/смену; N – количество смен в году, шт.

$$B = 20000 \cdot 288 \cdot 0,9 = 5280000 \text{ (кг)}$$

Затем по формуле (4) рассчитываем прибыль за год от производства соли [5, с. 399]:

$$\Pi = \Pi_1 \cdot B, \quad (4)$$

где Π – прибыль за год от производства соли, р.; Π_1 – прибыль от производства 1 кг соли, р.; V – выпуск кг соли в год.

$$\Pi = 425,98 \cdot 5280000 = 2249,2 \text{ (млн р.)}$$

Далее по формуле (5) рассчитаем непосредственно экономический эффект от внедрения нового оборудования на предприятие ОАО «Мозырьсоль» [5, с. 176]. Заметим, что коэффициент использования основных средств является постоянной величиной и равен 0,15 [5, с. 289]:

$$\mathcal{E} = \Pi - (KЗ \cdot 0,15) - P_k - P_t - P_m, \quad (5)$$

где Π – прибыль за год от производства соли, млн руб.; $KЗ$ – капитальные затраты (стоимость оборудования), млн р.; P_k – командировочные расходы, млн р.; P_t – транспортные расходы, млн р.; P_m – расходы на монтаж оборудования, млн р.

$$\mathcal{E} = 2249,2 - (104,3 \cdot 0,15) - 3,9 - 1,9 - 4,2 = 2223,5 \text{ (млн р.)}$$

Из расчетной формулы (5) видно, что предприятие достигло положительного экономического эффекта от внедрения данного мероприятия, который составил 2223,5 млн р. Вместе с этим предприятие еще получит качественную и надежную упаковку.

Литература

1. Голубков, Е. П. Основы маркетинга / Е. П. Голубков. – М. : Финпресс, 1999. – 656 с.
2. Багиев, Г. Л. Маркетинг : учеб. для вузов / Г. Л. Багиев. – М. : Экономика, 1999. – 703 с.
3. Черник, Н. Ю. Товарная политика предприятия : учеб. пособие / Н. Ю. Черник. – Минск : БГЭУ, 2004. – 278 с.
4. Дурович, А. П. Маркетинг в предпринимательской деятельности / А. П. Дурович. – Минск : Финансы, учет, аудит, 1997. – 464 с.
5. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности. – М. : Инфра-М, 2009. – 536 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕКЛАМЫ В МАРКЕТИНГЕ

Ю. В. Руссу

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

Научный руководитель Н. В. Снопок

Реклама – это самый действенный способ рассказать и при желании показать продукцию своей компании. Не одна современная фирма не сможет обойтись без хорошей рекламы. Ведь не зря считается, что реклама – это двигатель торговли, она воздействует на сбыт товара и его эффективность на рынке. Эффективность рекламы выражается в изучении знакомства целевой аудитории с информацией об исследуемой фирме и ее товарах, а также о том, что именно о них известно, какой образ фирмы и товаров сформировался и какое отношение к ним.

Создать представление о товарах и фирме, а тем более сформировать хорошее отношение к ним не всегда легко. Это требует времени и определенной стратегии. Отношения на рынке – это, в первую очередь, человеческие отношения. Реклама позволяет формировать нужные представления о фирме у широкой аудитории, на основе которых легче строить коммерческие отношения.

При правильной организации реклама очень эффективна и способствует быстрой бесперебойной реализации производимой продукции. При этом ускоряется возврат оборотных денежных средств предприятий, устанавливаются деловые контакты производителей с покупателями и потребителями продукции, спрос возрастает и превышает предложение, что, в свою очередь, является объективной основой расширения производства и повышения эффективности хозяйственной деятельности.

В условиях современного перенасыщенного рекламного рынка наружная реклама должна выглядеть таким образом, чтобы взгляд представителя целевой аудитории обязательно фокусировался именно на ней, а мозг способен был мгновенно уловить основную информацию.

Поэтому предприятие должно проявить изобретательность, способность завлекать и искушать потребителя. Нестандартная рекламная конструкция, которая является наружной рекламой – эффективный инструмент для достижения поставленной цели.

В Республике Беларусь на данном этапе развития очень широко используется наружная реклама в виде вывесок, рекламных щитов, светящихся коробов, видеоскранов, указателей и многого другого. А вот из крышных установок наиболее распространенным вариантом рекламы на крыше являются надписи из плоских и изредка встречающихся объемных букв. Если практически вся остальная реклама в Беларуси до сих пор является плоской, то крышные установки в постиндустриальных странах уже много лет являются трехмерными и объемными, состоящими из самых разнообразных элементов. Творческие возможности в производстве рекламных крышных установок ни коем образом не ограничиваются. В качестве примера можно привести крышные установки, зачастую рекламирующие фирменные автосалоны в европейских странах. В них нередко используются уменьшенные модели автомобилей соответствующей марки, однако в конструкцию может быть встроен и настоящий автомобиль. Это выглядит весьма оригинально и издали притягивает взгляд. К примеру, таким образом оформлен автосалон Kia компании Ирбис. На крыше автосалона размещен автомобиль Kia Ceed. Но, к сожалению, в нашей стране еще не используются такой вид крышной установки. А ведь эффективность использования крышных установок превосходит эффект от любой другой наружной рекламы – разумеется, при правильном выборе нужной точки и продуманном дизайне рекламной композиции.

Что касается нашей страны, то в настоящее время очень широко развита промышленность в сфере птицеводства. Возникает жесткая конкуренция на данном рынке. Чтобы устоять и удержать планку на рынке товаров нужно как-то выделиться. Для этого предприятиям необходимо для достижения эксклюзивности, престижности, яркости, привлекательности и, разумеется, эффективности широко использовать такой вид наружной рекламы, как объемная крышная установка. А так как в Республике Беларусь такой вид рекламы еще не был использован, то это отличная идея для формирования и поддержания имиджа успешного предприятия на целевом рынке товаров. Эта будет как «Фиолетовая корова» в нашей стране, суть которой заключается в том, что единственный способ распространить информацию об идее – это сделать идею исключительной. А проще говоря – выделиться. Примерами «Фиолетовой коровы» могут послужить такие идеи воплощенные в реальность, как крупная сеть магазинов мыла Lush, которая работает на подобию сырной лавки. Идея магазинов заключается в том, что множество сортов мыла, созданных вручную, лежат на полках как куски сыра. Клиент выбирает тот тип мыла, который хочет купить, и продавец отрезает столько, сколько нужно. Все заворачивается, как будто и впрямь купили сыр.

На данный момент каждый новый магазин сети Lush окупается примерно за три месяца. Lush не нужно давать дорогостоящую рекламу, для того чтобы успешно вести свои дела. Данная сеть является одним из лучших примеров «Фиолетовой коровы».

Также хорошим примером «Фиолетовой коровы» является компания Nintendo. Это одна из старейших компаний, занимающихся видеоиграми, которая создала нечто новое под названием Wii. Wii является по-настоящему уникальной приставкой. Она меняет все стереотипы касательно видеоигр. Обычно видеоигры ассоциируются у людей с сидением на диване и размеренными щелчками по джойстику, что, в конечном счете, приводит к полноте и болезням кистей рук. Второй проблемой современных видеоигр является их сложность. Большинство игр для PlayStation и Xbox являются «хардкорными». Это означает, что просто для того, чтобы разобраться в игре, придется затратить очень много времени.

Тут то и «пришла» Wii, которая изменила все стереотипы о приставках. Сам процесс игры в Wii отличается от того, что предлагают конкуренты. Во-первых, этот процесс не статичен. Потребителям не придется просто сидеть и нажимать на кнопки. Джойстик в Wii представляет собой абсолютно новый вид манипулятора, который умеет определять свои местонахождение и степень перемещения в пространстве. За счет этого потребитель сам становится игроком. Уже сейчас многие медики уверяют, что благодаря Wii можно с легкостью сбросить лишние килограммы.

В США даже было проблемой купить приставку из-за повышенного спроса на нее.

Что касается нашей «Фиолетовой коровы», то при проведении исследования, на примере РУП «Белоруснефть-Особино», целью которого было выяснить отношение потребителей к наружной рекламе, а именно объемной крышной установке на фирменных магазинах, было выяснено, что большинство респондентов, а именно 90 %, считают наружную рекламу одним из основных критериев успешности предприятия.

Для анализа респондентам были предложены варианты крышных установок для РУП «Белоруснефть-Особино». Исходя из результатов опроса, было выяснено – большинство респондентов считает, что крышная установка на фирменных магазинах предприятия в виде объемной крышной установки будет более привлекательная, чем в виде плоского торгового знака.

Таким образом, можно отметить, что крышная установка фирменного магазина предприятия может успешно выделиться из массы подобных. Даже если магазин одноэтажный, специалисты отмечают, что реклама на крыше гораздо более заметна, чем вывеска над входом. Ведь главное достоинство крышных установок – это заметность. Это отличная имиджевая конструкция, размещающаяся на крыше, и позволяющая привлечь большую целевую аудиторию. Кроме того, наружная реклама в виде объемной крышной установки раскрывает новые возможности воздействия на целевую аудиторию. Тем самым предприятие повысит объем реализованной продукции за счет увеличения спроса и улучшит свою конкурентоспособность на рынке.

Из вышеизложенного можно отметить, что объемные крышные установки – это реклама, целью которой является взаимодействие с ядром целевой аудитории потенциального (или существующего) бренда с целью вовлечения в активное потребление и пропаганду идей бренда.

Наступило время и нам воспользоваться новейшими достижениями в области рекламных носителей, которые смогут обеспечить максимальную эффективность рекламной компании.

Подводя итог, остается только добавить, что использование наружной рекламы, а именно крышной установки гарантированно поможет убедить целевую аудиторию в том, что вы неповторимы и привлекательны для клиентов.

РАЗРАБОТКА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ВЫБОРА ПОСТАВЩИКА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. Н. Климук

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Рост номенклатуры и ассортимента продукции на складах различных уровней потребовал развития методов, связанных с систематизацией и группированием многономенклатурных запасов. В литературе по логистике предлагаются методы, позволяющие разделить все ресурсы на группы, но по разным показателям:

1. АВС-анализ – метод, позволяющий классифицировать ресурсы предприятия по степени их важности. Этот анализ является одним из методов рационализации и может применяться в сфере деятельности любого предприятия. В его основе лежит принцип Парето – 20 % всех товаров дают 80 % оборота. По отношению к АВС-анализу правило Парето может прозвучать так: надежный контроль 20 % позиций позволяет на 80 % контролировать систему, будь то запасы сырья и комплектующих либо продуктовый ряд предприятия и т. п.

2. XYZ-анализ позволяет произвести классификацию ресурсов предприятия в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в их потребности в течение определенного временного цикла.

3. STU-анализ позволяет объединить производственные запасы в группы в зависимости от характеристики их важности в процессе выполнения заказа. В качестве числовых критериев отнесения запасов к той или иной группе при проведении STU-анализа используют количество дней на осуществление замены ресурса и число номенклатурных позиций заменителей.

Для каждой из выделенных групп производственных запасов должны быть разработаны свои подходы к выбору поставщика и осуществления закупок.

Существует несколько методов выбора поставщика, подход у них разный и выбор его зависит от квалификации специалиста, который проводит оценку:

1. *Метод рейтинговых оценок.* Метод заключается в том, что предприятие определяет перечень основных критериев, по которым будет проводиться оценка поставщиков. Каждый критерий имеет свой удельный вес, который зависит от его «важности». Затем анализируются поставщики, для этого показателям присваивается оценка по 10-балльной шкале, после чего эта оценка умножается на удельный вес данного критерия, полученные данные складываются – это и есть рейтинг, по которому и выбирается поставщик.

2. *Метод оценки затрат.* Данный метод предполагает сравнение предполагаемых доходов и расходов, выбирается наиболее прибыльный вариант. Метод имеет существенный недостаток, который состоит в том, что для анализа необходим большой объем информации, а это занимает много времени, которое не всегда есть для принятия решения.

3. *Метод доминирующих характеристик.* Суть этого метода состоит в том, что предприятие выбирает для себя критерий, который является наиболее важным и уже по нему анализируются предложения поставщиков. Это существенно экономит время, но игнорирование других, пусть и не таких важных, показателей снижает эффективность анализа.

4. *Метод категорий предпочтения.* По сути это неформальный подход к выбору поставщика, и состоит он в том, что логист для анализа обобщает данные, полу-

ченные от «профильных» подразделений. Преимущество данного метода в том, что анализируется не только полная, но и компетентная информация, которая основана на опыте сотрудничества с тем или иным поставщиком. Не подходит этот метод только в том случае, когда с поставщиком предприятие еще не работало.

На наш взгляд, для промышленных предприятий Республики Беларусь наиболее целесообразна рейтинговая оценка выбора поставщика для большинства групп производственных запасов.

Нами был проведен ABC-, XYZ- и STU-анализ производственных запасов ОАО «СтанкоГомель». Рассмотрим последовательность выбора поставщика материальных ресурсов для группы АТ на примере подшипников, на основе алгоритма В. И. Сергеева.

Основными поставщиками данного вида комплектующих являются: ООО «Группа компаний «Техноконстраст», г. Саратов; ООО «Брянск-Сбыт», г. Брянск; ОАО «СКБ ИС», г. Санкт-Петербург; UAB «ECOTCH», г. Каунас; ЗАО «УГМК-Чернигов», г. Чернигов.

В качестве критериев выбора поставщика были использованы: цена продукции; надежность поставок; финансовое положение; время выполнения заказа; качество продукции; репутация в своей отрасли; оформление товара (упаковка); соответствие продукции стандартам ISO 9000.

Все показатели разделены на количественные, качественные и релейные. В соответствии с алгоритмом после проверки ограничений UAB «ECOTCH», г. Каунас, продукция которого не соответствует международным стандартам качества, исключается из дальнейших расчетов.

Для оставшихся количественных и качественных показателей необходимо установить ранги. Устанавливать ранги необходимо следующим образом. Если показатель по строке равнозначен показателю по столбцу, ставим единицу. Если критерий в строке менее значим, чем критерий в столбце, ставим ноль. Если критерий в строке важнее критерия в столбце, ставим двойку. Например, если рассматривать такие критерии, как «Цена товара» и «Финансовое положение предприятия-поставщика», то первый показатель (расположенный по строке) является более значимым, чем второй, поэтому на пересечении ставится оценка 2. Если показатель «Репутация в своей отрасли» (по строке) является менее значимым, чем показатель «Цена продукции» (по столбцу), то ставится оценка ноль.

Результаты матрицы парных сравнений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Матрица парных сравнений

| Критерий | Цена продукции | Надежность поставок | Финансовое положение | Время исполнения заказа | Качество продукции | Репутация в своей отрасли | Оформление товара | Сумма | Ранг |
|-------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|-------|------|
| Цена продукции | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 11 | 1 |
| Надежность поставок | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 8 | 3 |
| Финансовое положение | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 7 |
| Время исполнения заказа | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 6 | 5 |
| Качество продукции | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 10 | 2 |

Окончание табл. 1

| Критерий | Цена продукции | Надежность поставок | Финансовое положение | Время исполнения заказа | Качество продукции | Репутация в своей отрасли | Оформление товара | Сумма | Ранг |
|---------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|-------|------|
| Репутация в своей отрасли | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6 |
| Оформление товара | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 7 | 4 |

Как видно из табл. 1, суммы баллов, соответствующие критериям, распределены не равномерно, т. е. присутствует нелинейная зависимость (11, 10, 8, 7, 6, 4, 3), поэтому весовые коэффициенты рассчитываются по формуле (1). Размер интервала примем равным 0,5:

$$\omega_i = \Delta_x \exp(-x_i), \quad (1)$$

где x_i – середина i -го интервала, $i = 1, 2, \dots, N$; Δ_x – интервал, рассчитываемый с учетом показателей и размаха значений x .

При расчете качественных оценок используется функция желательности, представленная в табл. 2.

Таблица 2

Оценки качества и соответствующие им стандартные оценки на шкале желательности

| Интервал | Оценка качества | Отметки на шкале желательности | |
|-----------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| | | диапазон | среднее значение |
| 3–4 | Отличное | Более 0,950 | 0,975 |
| 2–3 | Очень хорошее | 0,875–0,950 | 0,913 |
| 1–2 | Хорошее | 0,690–0,875 | 0,782 |
| 0–1 | Удовлетворительное | 0,367–0,690 | 0,530 |
| (-1)–0 | Плохо | 0,066–0,367 | 0,285 |
| (-2)–(-1) | Очень плохо | 0,0007–0,066 | 0,033 |
| (-3)–(-2) | Скверно | Менее 0,0007 | – |

В табл. 3 представлена также интегральная оценка и рейтинг поставщиков.

Таблица 3

Расчет качественных и интегральных оценок

| Критерии | Вес | Поставщики | | | |
|--------------------|-------|---|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | ООО «Группа компаний «Техноконстраст», г. Саратов | ООО «Брянск-Сбыт», г. Брянск | ОАО «СКБ ИС», г. Санкт-Петербург | ЗАО «УГМК-Чернигов», г. Чернигов |
| Качество продукции | 0,236 | 0,913 | 0,913 | 0,782 | 0,913 |
| | | 0,215 | 0,215 | 0,185 | 0,215 |

Окончание табл. 3

| Критерии | Вес | Поставщики | | | |
|---|-------|---|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | ООО «Группа компаний «Техноконстраст», г. Саратов | ООО «Брянск-Сбыт», г. Брянск | ОАО «СКБ ИС», г. Санкт-Петербург | ЗАО «УГМК-Чернигов», г. Чернигов |
| Репутация | 0,032 | 0,782 | 0,782 | 0,53 | 0,913 |
| | | 0,025 | 0,025 | 0,017 | 0,029 |
| Оформление товара | 0,087 | 0,975 | 0,913 | 0,782 | 0,975 |
| | | 0,085 | 0,08 | 0,068 | 0,085 |
| Суммарная качественная оценка с учетом веса | – | 0,325 | 0,320 | 0,270 | 0,328 |
| Интегральная оценка | – | 0,842 | 0,902 | 0,811 | 0,896 |
| Рейтинг | – | 3 | 1 | 4 | 2 |

Поскольку наилучшему поставщику должна соответствовать наибольшая интегральная оценка, и рейтинг, равный 1, присваивается ООО «Брянск-Сбыт», г. Брянск.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСТАВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК»

Е. Ф. Топчевская

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Виртуальные выставки на сегодняшний день выступают в роли наиболее современного способа работы по продаже товаров и предоставлению услуг своим потенциальным клиентам. Преимущества виртуальных Интернет-выставок в сравнении с традиционными несомненны.

Для проведения обычной выставки необходимо доставить экспонаты, решать вопросы с монтажом специализированных стендов, оплачивать присутствие обученных консультантов. Немаловажное значение имеет и стоимость аренды помещений, которая достигает немалой суммы. В результате многие предприятия не имеют возможности выставлять свои товары и услуги, что крайне отрицательно влияет на их маркетинговую политику. Получается, что потенциальный покупатель просто не имеет никакой информации о товаре, который ему очень нужен.

Еще один аспект, на который хотелось обратить внимание – это посещаемость выставок. Как правило, специализированные выставки проходят лишь несколько дней, за которые все желающие просто физически не могут их посетить. В таких условиях очень трудно получить всю необходимую информацию об интересующих посетителях товарах или услугах. Также при большом количестве посетителей не легко сосредоточиться. Да и при современных темпах развития производства очень трудно постоянно поддерживать экспозицию в обновленном виде. Наряду с выставочными экземплярами постоянно приходится обновлять огромное количество информации на бумажных носителях: постеры, буклеты и многое другое, тратя на это большое количество сил и средств.

Все вышеперечисленные проблемы можно легко преодолеть с помощью виртуальных выставок. Виртуальная выставка – это информационный многофункциональный интернет-ресурс, который значительно облегчает доступ всех заинтересованных сторон к взаимному и очень плодотворному взаимодействию. Производитель может легко разместить предлагаемые товары или услуги на виртуальных стендах, причем сделать это так, как надо ему. К каждому экспонату можно приложить подробное описание, в котором будут содержаться все необходимые данные, которые можно представлять в удобной графической форме на нескольких языках, сопровождая в случае необходимости анимацией, помогающей посетителям лучше разобраться в разнообразных нюансах выставленного экспоната. Здесь же можно расположить детальные комментарии специалистов, с возможностью онлайн-новой связи для уточнения различных вопросов, возникающих у посетителей.

Еще один плюс для предприятий, принимающих участие в виртуальных выставках – это многократное повышение посещаемости и, как следствие, увеличение числа инвесторов, клиентов и партнеров не только в том регионе, где находится предприятие, но и далеко за его пределами, по всему миру, словом, везде, где найдутся лица, проявляющие интерес к продукции или услугам, предлагаемым предприятием. К тому же информация о виртуальной выставке попадает в поисковые системы интернета, в результате повышая рейтинг предприятия и позволяя каждому желающему легко найти нужную экспозицию. Виртуальные выставки, как и реальные, могут быть корпоративными, региональными, межрегиональными и международными, что позволяет привлечь к ее функционированию максимальное число заинтересованных сторон и участников.

Следующая особенность – это возможность быстрого обновления материалов и экспонатов, представленных на виртуальной выставке. В случае, если на предприятии появляется что-то новое, эта информация найдет свое отражение в течение очень короткого промежутка времени и с минимальными финансовыми затратами.

Так называемое «выставочное время», которое на обычных выставках стоит довольно дорого, в случае виртуальной выставки сводится к очень маленькой сумме. Можно сколько угодно долго держать свою экспозицию открытой с тем, чтобы каждый заинтересованный посетитель получил максимум информации. И при этом практически не думать о времени суток, климатических условиях или местожительстве посетителей.

Виртуальная выставка значительно облегчает задачу посетителей. Теперь, чтобы увидеть интересующую экспозицию, человеку не надо ехать на большое расстояние, а порой и в другую страну. Виртуальная выставка дает возможность, не выходя из дома или офиса посетить ее с максимальными удобствами. При этом теперь одновременно можно находиться на нескольких выставках, проводя анализ и сравнение, если все эти экспозиции на одну тему. Причем возле стендов в этом случае можно находиться до тех пор, пока посетительский интерес не будет полностью удовлетворен. А потенциал для этого здесь гораздо больше, чем на обычной выставке. Для посетителей представлены широчайшие возможности для внимательного и детального ознакомления со всеми представленными на выставке экспонатами. Он может также ознакомиться со структурой самой компании, просмотреть перечень ее партнеров и, в случае необходимости, связаться с ними, используя размещенные здесь же ссылки.

Данные выставки помогают избежать случайных посетителей, на сайт заходят именно потенциальные клиенты. Посетителям не надо выкраивать время для посещения реальных выставок, решать вопросы, связанные с переездом, чтобы в людской толчее увидеть необходимый экспонат. И, как правило, получив не вполне пол-

ную информацию о нем, возвращаться назад, потом связываться с выставяющейся компанией или предприятием по телефону, уточнять интересующие детали, тратя свои время, деньги и нервы. Виртуальная выставка – это и выставочный стенд, и красочный буклет, и консультации самых компетентных специалистов.

Интернет-выставки имеют один недостаток – это отсутствие возможности, так сказать, пощупать товар руками. Но если речь идет не о великих произведениях искусства, и общечеловеческих культурных и других ценностях, то этим недостатком вполне можно пренебречь. Действительно, чтобы ознакомиться с деятельностью или продукцией того или иного предприятия, совсем не обязательно посещать реальную выставку, на которой оно представлено. Теперь достаточно иметь подключение к всемирной сети Интернет, чтобы посетить любую виртуальную выставку, вне зависимости от того, в какой точке земного шара она проводится. И при этом получить конечный результат намного быстрее.

ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат» – предприятие полного цикла переработки древесного сырья в картон гофрированный и ящики из него, состоящее из целлюлозного завода и двух фабрик: картонно-бумажной и фабрики картонно-бумажной тары. Предприятие с высоким уровнем автоматизации и механизации технологических процессов, высокой экологичностью и бережным отношением к природным ресурсам.

Продукция, выпускаемая предприятием, весьма специфична, поэтому не все способы коммуникаций для нее подойдут. Организация виртуальной выставки как нельзя лучше подходит для повышения эффективности работы предприятия, выхода на новые рынки, расширения сети сбыта продукции и лучшего позиционирования.

Так как предприятие активно поставляет продукцию в Российскую Федерацию, то для проведения выставки был выбран российский сайт www.ruschamber.com.

Сайт содержит информацию и следующие ссылки: ссылка на каталог выставок, участников выставок, географию выставок, информационные статьи ресурса, категории выставок, популярные стенды, рейтинги виртуальных выставок, анонсы предстоящих выставок, статистика виртуальных выставок, новости участников виртуальных выставок.

Разделы сайта представляют собой тематический каталог, содержащий перечень проводимых виртуальных выставок с обширной тематикой. Перейдя в какой-либо раздел можно ознакомиться с полным списком участников данной тематической выставки и просмотреть их выставочные стенды. На функциональном мини-стенде ОАО «Светлогорский ЦКК» разместим информацию о предприятии, направления деятельности, показатели деловой активности, каталог товаров с описанием, фотографиями, прайс-листы, сертификаты и лицензии, новости предприятия, условия сотрудничества, контактную информацию, награды, логотип предприятия с активной ссылкой на сайт ОАО «СЦКК». В разделе «Форум» будет представлена возможность задать интересующий клиентов вопрос сотрудникам предприятия.

Доступ к информации об ОАО «Светлогорский ЦКК» круглосуточный и не имеет территориальных границ. 24 часа в сутки 365 дней в году информация представлена на выставке. Это позволяет наладить партнерство с зарубежными клиентами.

Для участия в виртуальной выставке был выбран стандарт-стенд на 12 месяцев, его стоимость составила 1568000 бел. р.

Определим экономический эффект от проведения виртуальной выставки. На основании экспертного опроса рассчитаем, на сколько процентов увеличится выручка предприятия после проведения виртуальной выставки. По мнению сотрудников предприятия выручка после проведения виртуальной выставки увеличится на 1,6 %.

Мнение опрошенных сотрудников можно считать согласованным, так как рассчитанный коэффициент вариации равен 26 %, что меньше 33 %. Следовательно, благодаря проведению виртуальной выставки, предприятие получит выручку в размере 36958400 бел. р. Экономический эффект от проведения виртуальной выставки составил 7665494,1 р.

Проведение виртуальной выставки полностью окупило себя и принесло предприятию прибыль, следовательно, проведение данного мероприятия является эффективным.

Подводя итог, можно отметить, что виртуальный выставочный стенд – это:

– информационный буклет и рекламная площадка одновременно, содержащие подробную информацию о предприятии;

– неограниченное рекламное время;

– простота и удобство использования, позволяющие получить информацию о продукции на рабочем месте, вне зависимости от географического расположения; возможность оперативно корректировать информацию о продукции и услугах предприятия, предложениях и достижениях, прайс-листы и т. д.;

– увеличение посещаемости и, как следствие, подъем в рейтингах, официального сайта предприятия за счет ссылок, размещенных на виртуальном стенде.

И хотя реальные выставки не собираются исчезать из повседневной жизни, для компаний и предприятий наилучшим выходом для представления своих возможностей являются именно виртуальные выставки. В наше время больших скоростей нужен максимально быстрый и удобный доступ к информации и поэтому виртуальные выставки служат прекрасным инструментом в решении этой задачи.

Виртуальные выставки – это ключ к достижению новых деловых успехов!

МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В МИРЕ

Д. С. Михалевич

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Целью данных исследований является изучение тенденций динамики мирового производства сельхозтехники в условиях нестабильной экономики, определение баланса в экспорте и импорте техники в разных регионах мира и на этой основе построение возможных моделей развития отрасли, а также выбор оптимального сценария развития сельхозмашиностроения.

Методика исследования предполагает использование арсенала инструментария маркетингового анализа. Для определения возможных альтернатив развития сельскохозяйственного машиностроения рассматривались и анализировались возможные сценарии, в основу которых заложены два ключевых показателя рынка: доля импорта на внутреннем рынке и соотношение экспорта техники по отношению к внутреннему рынку.

Существующая динамика мирового производства сельхозтехники не может не учитываться при разработке стратегии развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения в отдельно взятой стране в рамках отдельно взятого производителя. Статистические данные, получаемые из различных источников, позволяют судить о значимости игроков на рынке производителей сельхозтехники как о возможных конкурентах, и с учетом имеющих место тенденций позволят строить модели развития отрасли.

Согласно информации по итогам форума Agrievolution Statistics в рамках международной выставки «Агросалон», проводимой организаторами – международным альянсом производителей сельхозтехники Agrievolution Alliance и ассоциацией Росагромаш, – существует ряд трудностей и достижений мировой отрасли сельхозмашиностроения.

Динамика мирового производства сельхозтехники (в % от денежного исчисления в млрд евро) выглядит так на октябрь 2012 г.



Рис. 1. Динамика мирового производства сельхозтехники

Источник. VDMA Ассоциация производителей сельхозмашин (оценки).

Лидируют страны Европейского Союза, Северной Америки и Китай. Причем Китай наращивает производство необыкновенно быстрыми темпами, увеличив его за 6 лет более чем в 4 раза. Не совсем понятно, к какой категории отнесена Россия – к Восточной Европе или «Другим», но в любом случае ее доля на общем фоне не видна. Не видна и доля производителей Беларуси.

Аналогична и картина потребления продукции сельхозмашиностроения. В большинстве лидирующих стран-потребителей закупка сельхозтехники сокращается. Исключение составляют Китай, Турция и Восточная Европа.



Рис. 2. Динамика мирового потребления сельхозтехники

Источник. VDMA Ассоциация производителей сельхозмашин (оценки).

Импортеры разных стран оценивают ситуацию на рынке так, как представлено на рис. 3, по-разному оценивая данные.

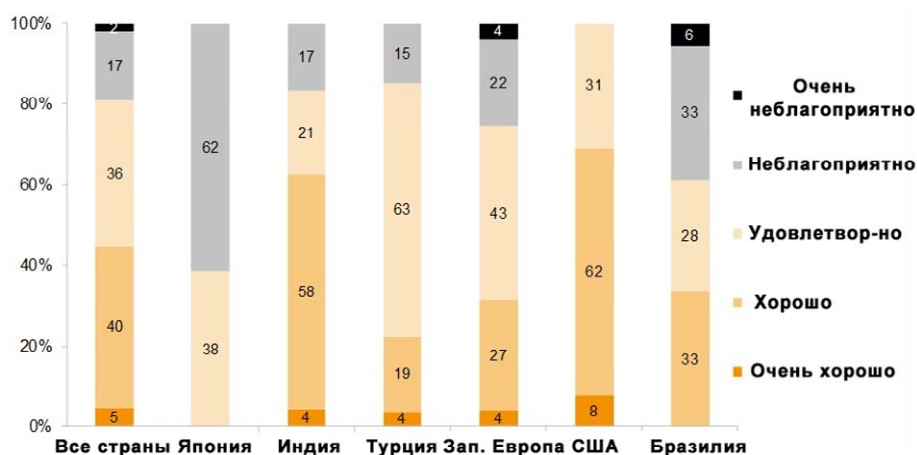


Рис. 3. Оценка импортеров и машиностроителей разных стран состояния рынка
Источники. Опрос «Бизнес-Барометр о сельхозтехнике» [2].

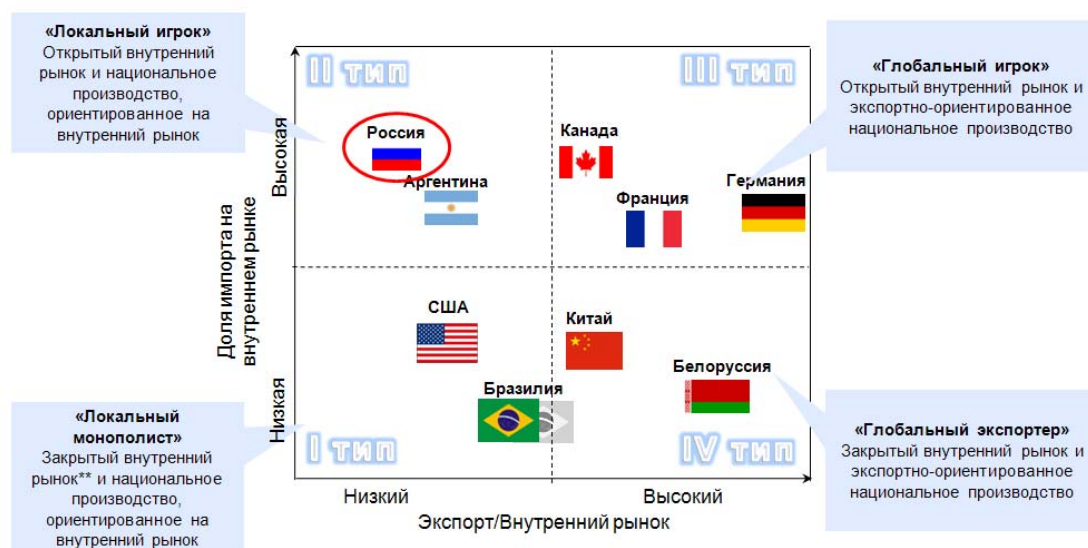


Рис. 4. Оценка производителей сельхозтехники
Источники. United Nations Commodity Trade Statistics Database, аналитика ООО «Бизнес Решения» [2], [3].

И все же общая тенденция роста сельхозмашиностроения согласно оценке производителей сельхозтехники (в млрд евро и долларов) сохранится. Это объясняется ростом численности фермерских хозяйств и повышением эффективности их работы с применением прогрессивной, экологически чистой и ресурсосберегающей техники.

Используя два ключевых показателя рынка (доля импорта на внутреннем рынке и соотношение экспорта техники по отношению к внутреннему рынку) и расположив их по оси X и Y была построена матрица, в соответствии с которой предлагаются четыре варианта развития сельхозмашиностроения (рис. 4):

1) «Локальный монополист»; 2) «Локальный игрок»; 3) «Глобальный игрок»; 4) «Глобальный экспортер».

Первая модель – «Локальный монополист». Предполагает наличие закрытого внутреннего рынка и акцент государственной промышленной политики на развитие национального производства, ориентированного на внутренний рынок.

Например, Бразилия и США. Внутренний рынок сельхозтехники США составляет 1/3 мирового рынка сельхозтехники, на фоне чего даже экспорт в размере 8 млрд дол. (больше, чем рынок Германии) выглядит незначительным. Также в США существуют высокие барьеры входа на внутренний рынок.

В Бразилию не разрешается ввоз товаров, имеющих национальный аналог, а при ввозе технологий Банк Бразилии должен выдать сертификат на отсутствие аналога. То есть *модель экономической политики Бразилии такова, что она создает благоприятный инвестиционный климат для притока иностранного капитала в страну, и в то же время не представляет угрозы интересам национальной безопасности*. В начале 60-х гг. прошлого века Бразилия в развитии машиностроения сделала ставку на импортозамещение [1].

На сегодняшний день в Бразилии полностью локализовано производство машин и оборудования таких мировых лидеров сельхозмашиностроения, как AGCO (55 % внутреннего рынка), CNH (25 %), John Deere (12 %). Значительная часть продукции экспортируется. Основные импортеры бразильской сельхозтехники – страны Латинской Америки, на них приходится 55 % поставок [2]. Согласно прогнозам Ассоциации производителей автотракторной техники Бразилии (Anfavea) объем экспорта будет постепенно увеличиваться с ежегодной динамикой в 25–30 % [3]. Таким образом, на сегодняшний день Бразилия практически перешла к четвертой модели – «Глобальный экспортер».

Вторая модель – «Локальный игрок». Характерна для стран, в которых национальные производители имеют низкую конкурентоспособность. Рынок характеризуется высокой открытостью к импорту, низкой (или неэффективной) поддержкой государства и ориентированностью отечественных производителей на внутренний рынок.

Так сегодня можно охарактеризовать сельхозмашиностроение России – высокая доля импорта на рынке и низкий экспорт. К данной модели также можно отнести сельхозмашиностроение Аргентины.

Третья модель – «Глобальный игрок». Открытый внутренний рынок и ориентированность национального производства на экспорт. Яркие представители – Канада, Франция, Германия.

Для данной модели характерно появление глобальных компаний, реализующих свою продукцию на всех зарубежных рынках. Однако для этого необходим высокий уровень конкурентоспособности, инвестиций в НИОКР и модернизацию.

Четвертая модель – «Глобальный экспортер». «Закрытый» внутренний рынок и экспортно-ориентированное национальное производство. Яркие представители – Китай, Белоруссия и тяготеющая к переходу из I к IV типу модели Бразилия.

В данной модели делается упор на применение жестких таможенно-тарифных и административных мер регулирования рынка государством по ограничению импорта и содействию развитию экспорта национальными производителями. Китай и Белоруссия в реализации данной модели достигли максимальных результатов.

Литература

1. Консалтинговая группа «Управление PR». «Формы государственной поддержки машиностроительного комплекса: иностранный и советский опыт». – М., 2007.
2. Режим доступа: www.brsilia.polpred.ru.
3. Режим доступа: www.anfavea.com.br.

CRM-СИСТЕМЫ И МАРКЕТИНГ**Я. С. Харытанчук***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Информационные технологии играют важную роль в современном мире. Их применение дает новые возможности для развития и оптимизации бизнеса, способствует расширению рынков сбыта, сокращению затрат, повышению производительности труда, эффективному использованию ресурсов, повышению качества управления бизнесом и предоставления услуг.

Важной предпосылкой завоевания и удержания позиций на рынке для каждой компании является внедрение системы по автоматизации бизнес-процессов и, в частности, системы управления взаимоотношениями с клиентами CRM (Customer Relationships Management).

В современных условиях самой важной является информация, связанная с клиентом. Поставив клиента в центр своего бизнеса, компания получает конкурентные преимущества в своей деятельности.

Причина кроется в том, что для современного покупателя качество уже не показатель предпочтительности фирмы. Главное в такой ситуации привлечь покупателя чем-либо особенным, а именно улучшением обслуживания и т. д. Понимание клиентом того, что его мнение основополагающее для деятельности компании, и он может реально влиять на процессы, происходящие внутри бизнеса, позволяет дать ему ту особенность, которая сделает его прибыльным клиентом вашей компании. Маркетинг компании строится на мнении потребителя, полная ориентация на клиента.

CRM (Customer Relationships Management) /управление взаимоотношениями с клиентами/ – это деловая стратегия, направленная на построение устойчивого бизнеса, ядром которого является «клиенто-ориентированный» подход.

Стратегия CRM позволяет «интегрировать» клиента в сферу организации – фирма получает максимально возможную информацию о своих клиентах и их потребностях и, исходя из этих данных, строит свою организационную стратегию, которая касается всех аспектов ее деятельности: производства, рекламы, продаж, дизайна, обслуживания и др.

Стратегия CRM основана на:

- персонификации клиентов;
- интегрированном управлении множественными каналами взаимодействия с клиентами;
- наличии единой системы хранения информации, в которую мгновенно помещается вся информация обо всех случаях взаимодействия с клиентами и из которой она немедленно доступна;
- постоянном анализе собранной информации о клиентах и принятии основывающихся на ней организационных решений.

В данном случае CRM-система будет рассматриваться в первую очередь как средство реализации стратегии CRM в сфере маркетинга, не затрагивая продажи и сервис.

CRM-система позволяет вести эффективную маркетинговую деятельность менеджерам компании. Основные специалисты маркетингового отдела получают следующие преимущества при использовании информационных технологий.

Информационные технологии, во-первых, освобождают менеджеров по маркетингу от рутинной работы, во-вторых, повышают эффективность маркетинговой деятельности компании.

Директор по маркетингу компании получает возможность оперативного получения информации в виде отчетов, исключая необходимость запрашивать ее через все уровни управления (что зачастую приводит к искажению информации). Также немаловажна для директора по маркетингу аналитика для применения ее в стратегическом планировании.

CRM-система предоставляет следующие важнейшие маркетинговые возможности:

- маркетинговое планирование;
- управление маркетинговыми кампаниями;
- э-маркетинг (e-marketing);
- управление инициативами (leads);
- сегментирование клиентов;
- маркетинговая аналитика.

Рынок систем управления отношениями с клиентами – один из самых быстрорастущих.

Сейчас на рынке CRM-систем представлено множество фирм разработчиков, таких как Siebel, Epicor, PeopleSoft, SAP, Oracle для крупного бизнеса, или Scala Business Solutions, SalesLogix, Pivotal, E.piphany и др. для среднего и малого бизнеса. Компании интеграторы предлагают различные модели внедрения своих продуктов: коробочные решения, адаптация существующих разработок, индивидуальная разработка, настраиваемые параметрические системы. В последнее время на Западе популярна модель ASP (Application Service Provider). Она позволяет сократить время внедрения CRM в компании, а также снизить стоимость проекта и решить проблему обновления. Такие решения предлагают компании Upshot, Salesnet и др.

Оптимизация маркетинговой деятельности с использованием ИТ позволяет компании получить следующие преимущества:

- уменьшение издержек на маркетинговую деятельность;
- увеличение количества положительных контактов с клиентами;
- уменьшение издержек на определение потенциальных клиентов;
- уменьшение издержек на привлечение новых клиентов;
- централизованная и более детальная информация о ваших клиентах, которая доступна для анализа;
- маркетинговая интеграция на международном рынке.

Например, CRM-систему можно внедрить на предприятие ОАО «Молочные продукты» Полесский производственный участок ЧУП «Полесские сыры». Данное предприятие выпускает молочную продукцию, которая реализуется не только на внутреннем рынке, но и за рубежом. То есть Полесский производственный участок имеет широкую клиентскую базу. Для поддержания положительных отзывов от клиентов, снижения издержек на определение потенциальных клиентов и привлечение новых CRM-система позволила бы эффективно решить данные вопросы и более рационально использовать имеющуюся информацию, так как данное программное

обеспечение позволяет хранить ее в единой системе, в которую она мгновенно помещается и сразу же доступна как руководству предприятия, так и служащим.

Например, затраты на приобретение CRM-системы (Terrasoft Sales) для Полеского производственного участка составят 5743040 бел. р. В табл. 1 и 2 представлены данные, которые характеризуют эффективность от внедрения данной системы на предприятие.

Таблица 1

**Количество предложений в день до внедрения
CRM-системы (Terrasoft Sales)**

| Предложение | Количество |
|---|------------|
| 1. Информация об обновленном ассортименте | 2 |
| 2. Информация по скидкам | 1 |
| 3. Специальные предложения | 1 |
| 4. Приглашения на выставки | 4 |
| <i>Всего</i> | 8 |

Источник. Собственная разработка.

Таблица 2

**Количество предложений в день после внедрения
CRM-системы (Terrasoft Sales)**

| Предложение | Количество |
|---|------------|
| 1. Информация об обновленном ассортименте | 4 |
| 2. Информация по скидкам | 2 |
| 3. Специальные предложения | 5 |
| 4. Приглашения на выставки | 8 |
| <i>Всего</i> | 19 |

Источник. Собственная разработка.

Используя информацию, представленную в табл. 1 и табл. 2 можно рассчитать количество отправленных предложений в год до и после внедрения CRM-системы по формуле (1):

$$K_{\Gamma} = K_{\text{дн}} \cdot \text{Ч}_{\text{раб. дн}}, \quad (1)$$

где K_{Γ} – количество отправленных предложений в год ($K_{\Gamma, \text{д.в}}$ – до внедрения, $K_{\Gamma, \text{п.в}}$ – после внедрения CRM – системы); $K_{\text{дн}}$ – количество отправленных предложений в день; $\text{Ч}_{\text{раб. дн}}$ – число рабочих дней в году (в 2012 г. 254 рабочих дня).

$$K_{\Gamma, \text{д.в}} = 8 \cdot 254 = 2032.$$

$$K_{\Gamma, \text{п.в}} = 19 \cdot 254 = 4826.$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с внедрением данного программного продукта на предприятии не только увеличится реализация продукции по причине быстроты доведения информации до своих клиентов, а также оптимизируется деятельность сотрудников.

За стратегией CRM, несомненно, – будущее. Все больше и больше руководителей компаний понимают, что их бизнес создан для клиента, и без него он существовать не может, что клиент должен играть важнейшую роль в деятельности компании.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЯ ПО ОБУЧЕНИЮ ТКАЧЕСТВУ КАК СПОСОБ РАСШИРЕНИЯ СПЕКТРА МУЗЕЙНЫХ УСЛУГ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. А. Судилина

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

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Современный музей – это не только научно-просветительное учреждение, сочетающее в себе отбор, реставрацию, хранение и экспозицию историко-культурных ценностей. Сегодня музей – это сложная, многоуровневая система, решающая ряд социально значимых задач, среди которых все более заметные позиции занимает художественная организация досуга, интеграция познавательной, развлекательной, художественной и творческой функции. В силу ряда причин музеи сегодня вызывают к себе особое внимание. Их в первую очередь коснулись новые «вызовы времени». Формирование привлекательного образа музея, расширение его аудитории за счет использования художественно-выразительных информационных средств, учет объективных потребностей людей в свое свободное время сочетать познание с развлечением заставляет современные музеи использовать зрелищно-игровые и иные методики организации поведения и деятельности своих посетителей [1].

Несмотря на ежегодное увеличение количества музеев и проводимую в области музейного дела активную политику государства, спектр предлагаемых услуг развивающего и развлекательного характера оставляет желать лучшего в нашей стране. Поэтому было предложено организовать занятие по ткачеству национальных белорусских рушников, например, в Ветковском музее народного творчества. Такой услуги в других музеях Беларуси пока нет. Следовательно, целью данной работы является разработка предложений по усовершенствованию качества музейных услуг.

Рушник – расшитое декоративное полотно из домотканого холста. Предмет народной культуры и народного творчества восточных славян. В настоящее время древние славянские традиции практически забыты, но до сих пор рушниками украшают жилище, их используют в разнообразных обрядах в некоторых регионах современной России, Украины и Беларуси.

Также рушник являлся элементом родильных, крестильных и погребальных обрядов. По сей день сохранился обычай встречать почетных гостей «хлебом-солью», подносимыми на рушнике. Также важна его роль в свадебных обрядах [2].

На сегодняшний день благодаря развитию рыночных отношений, приобрести рушник за деньги не составляет проблемы. Однако дешевле и гораздо приятнее научиться делать его своими руками. Посетив курс занятий по ткачеству любой желающий сможет сам сделать рушник любого вида. Проводить занятие будет специально обученный человек с профессиональным опытом в данной области. В музее установлен ткацкий станок «кросны». Он является одним из ценнейших и интересных экспонатов Ветковского музея. Европейцы заимствовали этот тип у арабов еще в X в. До этого были вертикальные станки, но у ткачихи быстро уставали руки. Ткали в основном в зимнее время, когда не было никаких земледельческих работ. Впро-

чем старые технологии сплошь мифологичны, и здесь мы видим модель сотворения мира на языке ткачества. У деревянных «ставов» обозначены ноги – они хранят мифологему о паре небесных коней и солнечной колеснице [3]. Этот станок находится в рабочем состоянии и предполагается давать уроки на нем, чтобы сохранить все традиции белорусского ткачества. Предполагаемый курс обучения составляет 10 занятий, однако любой желающий сможет продолжить занятия для совершенствования уже полученных навыков.

Был проведен анализ потребителей с целью выяснения отношения к внедряемой услуге. Для этого была разработана анкета и опрошена выборочная совокупность. Анализ результатов исследования по вопросам анкеты:

– большая часть респондентов (53 %) хотела бы посетить занятие по обучению ткачеству;

– большинство респондентов (29 %) предпочли бы посещать такое занятие 1 раз в месяц;

– наиболее удобным днем для посещения занятия по ткачеству респонденты считают субботу (32 %);

– наиболее удобным временем для посещения занятия респонденты (32 %) выбрали время от 13.00 до 16.00;

– женщины охотнее посетят занятие по ткачеству, чем мужчины. Следовательно, пол является влияющим фактором для предлагаемой услуги (рис. 1).

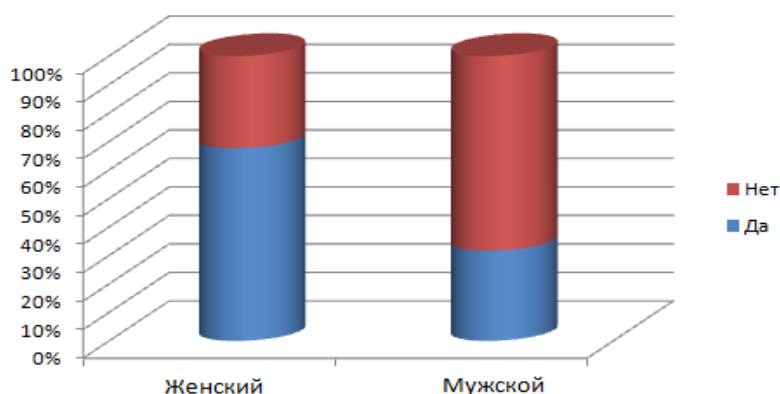


Рис. 1. Анализ влияния пола респондентов на посещение занятия по ткачеству

Была рассчитана прибыль от проведения занятий по ткачеству. Предполагается, что занятие по ткачеству будет проводить специально обученный профессионал. Предпожительная заработная плата за 8 рабочих дней в месяц составляет 1000000 р., следовательно, заработная плата на 1 рабочий день равна 125 тыс. р.

В общехозяйственные расходы при проведении занятия по ткачеству включаются коммунальные платежи. Их стоимость в месяц равна 100000 бел. р. При этом сумма на 1 рабочий день составляет 12500 р.

Исходя из расчета калькуляции услуги, ее цена составила 42000 р. с 1 человека в 2013 г.

Так как занятие по ткачеству будет проводиться 8 раз в месяц, то количество рабочих дней в год составит 96. Предполагается организовывать занятие для 5 человек в группе: $96 \cdot 5 = 480$ человека в год.

Точка безубыточности оказалась на уровне 246 человек в год.

Определим выручку от занятий по ткачеству:

$$В = \text{Шт} \cdot Р = 480 \cdot 42\,000 = 20\,160\,000 \text{ р.}$$

Определим прибыль от занятий по ткачеству:

$$\text{Пр} = \text{Шт} \cdot \text{Пр из калькуляции} = 480 \cdot 30\,800 = 14\,784\,000 \text{ р.}$$

Потенциальными посетителями занятия по ткачеству являются женщины, имеющие свободное время и желание научиться делать рушники своими руками. Также можно отметить, что данное мероприятие экономически целесообразно, так как предполагаемая прибыль достаточно высока. Внедрение такой услуги в Ветковский музей позволит расширить спектр услуг, оказываемых музеями в Беларуси, повысит имидж и конкурентоспособность данного музея, привлечет больше посетителей и иностранных туристов в данный регион.

Л и т е р а т у р а

1. Мурадбегова, С. З. Музеи – овеществленное хранилище времени / С. З. Мурадбегова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kkkochkarev.blogspot.com/2012/01/blog-post_3648.html. – Дата доступа: 12.11.2012.
2. Зборовский, К. Вечные ценности / К. Зборовский // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hunters.su/adv/Vечные_cennosti_konstantin_zborovskii.html. – Дата доступа: 16.11.2012.
3. В экспозициях музея // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vetka-museum.by/v-ekspozitsiyakh-muzeya.html>. – Дата доступа: 05.12.2012.

Секция IX
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ

**ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛОВ И ИХ ЛИЧНОГО
САМОСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

Е. Н. Заблоцкая

ГОУВПО «Брянский государственный технический университет», Россия

Научные руководители: Г. И. Куцебо, С. М. Роцин

Современные социально-экономические условия требуют от системы образования подготовки компетентных высокопрофессиональных личностей со сформированной информационной культурой. Это возможно, используя в образовании современные ИКТ, которые повышают учебно-познавательную мотивацию, гармонизируют систему отношений преподавателей и студентов, дают возможность студенту самостоятельно освоить материал в случае объективных обстоятельств.

Одной из перспективных современных технологий являются *облачные вычисления*, используемые в подготовке специалистов, направленные на развитие креативности, профессионально-творческого мышления, самостоятельности. Данные технологии помогают преподавателю управлять познавательной деятельностью студента и отслеживать уровни развития его познавательной активности. Облачные вычисления позволяют существенно сократить издержки на закупку, поддержку и сопровождение ПО и технических средств, помогают усовершенствовать организацию учебного процесса.

Цель проведенного исследования – изучение влияния технологии облачных вычислений на повышение учебно-познавательной мотивации, формирование информационной культуры и уровня самостоятельности студентов в обучении.

Задачи исследования: изучение необходимости и возможности использования технологии облачных вычислений в образовательном процессе; разработка технологии и модели внедрения облачных вычислений в образовательную среду; анализ результативности внедрения данной технологии в образовательный процесс.

Объектом исследования являются современные информационно-коммуникационные технологии в образовании. Предмет исследования: повышение учебно-познавательной мотивации и уровня информационной культуры студентов в процессе использования современных ИКТ.

Методы исследования: беседа, анализ результатов деятельности студента, анкетирование, тестирование.

Гипотеза – можно предположить, что внедрение в образовательный процесс новейших информационных технологий будет способствовать: повышению учебно-познавательной активности студента; умению самостоятельно работать с информацией; развитию профессионально-творческого мышления; более качественной подготовке современного профессионала.

Научная новизна состоит в изучении возможностей технологии облачных вычислений в повышении информационной культуры личности и качества подготовки современного профессионала.

Образовательный процесс должен соответствовать последним достижениям науки и техники, что создаст предпосылки опережающего образования. На рынке образовательных услуг представлено большое количество специализированных программных решений. Как правило, это университетские комплексы управления обучением. После проведенного анализа подобных продуктов наиболее приемлемыми для организации процесса обучения были определены: комплекс Google Apps для образования, система управления обучением Google OpenClass и аналогичный продукт от Microsoft, также были рассмотрены возможности использования в образовании среды дистанционного обучения Moodle и виртуальных облачных хранилищ.

Технологии развиваются так стремительно, что учебные заведения просто не в состоянии успевать обновлять технические средства. Для решения данных задач были использованы технологии распределенных вычислений, которые лежат в основе современной теории облачных технологий (Cloud Computing). В основе концепции облачных сервисов лежит идея переноса основной нагрузки по производству, поддержанию, обработке и обеспечению безопасности ресурсов, используемых организацией или отдельным человеком, из информационной инфраструктуры в ЦОД-центры производителей сетевых сервисов (фактически это реализация динамической виртуализированной инфраструктуры вместо статического варианта, который уже достаточно широко освоен на рынке).

С целью изучения осведомленности преподавателей и студентов в области новейших образовательных технологий были созданы для них анкеты. Анкета для преподавателей содержит краткое описание существующей технологии, описание наиболее существенных возможностей продукта, его особенностей, конкретных способов использования на занятиях, перспективы в будущем. Эти данные позволили узнать отношение к применению этих технологий и их удобства для конкретных преподавателей. Дополнительные вопросы были посвящены возможности внедрения подобных комплексов в учебном заведении. С целью более полного анализа результатов анкеты включали и индивидуальную информацию – ученое звание, сферу преподавательской деятельности, удобно ли использование конкретных продуктов. Это позволило индивидуально подойти к обработке результата.

Анкета для студентов была направлена на две сферы – использование облачных средств для обучения и в личной жизни и использование данных технологий преподавателями. В опроснике были описаны имеющиеся технологии, возможности их применения в учебной среде, конкретные примеры использования, а также оценка применения данных средств преподавателями. Отсутствие вопросов, позволяющих определить конкретного студента, дало более актуальные ответы.

В свете использования новых технологий контрольным фактором было решено выбрать уровень самостоятельности и информационной культуры личности, проверить которые позволяет авторская методика Н. И. Гендиной, Н. И. Колковой, Г. А. Стародубовой, И. Л. Склипор. Данная система тестирования в первую очередь адресована преподавателям и студентам, что повышает достоверность ее результатов.

В опросе преподавателей приняли участие педагоги общетехнических кафедр, а также программного обеспечения, компьютерных систем, геометрии и графики, специалисты в области математики, экономики, химии, автомобильного хозяйства, подъемно-транспортных машин. Качественные результаты позволила получить об-

работка 45 анкет. При этом 79 % преподают дисциплины информационного характера, 64 % имеют ученую степень. Информационные технологии для передачи материала используют 89 % респондентов, однако только 20 % использовали в своей профессиональной деятельности обучающие системы. Облачные сервисы Google использовали 36 % преподавателей, 23 % уверены, что стандартные приложения гораздо проще и лучше. При внедрении подобных решений необходимо предоставлять доступ к ним студентам (считают 80,5 %). Облачное расположение сервисов Google устраивает преподавателей, только 2,5 % беспокоятся из-за возможных проблем. При всей заманчивости облачных вычислений 47 % преподавателей все же считают, что внедрение внутренних систем обучения более рационально. Решение Microsoft использовали только 5,5 %. Описание его функциональных возможностей понравилось 51 % преподавателей. Можно отметить, что внедрение в БГТУ системы управления обучением или комплекса дистанционного обучения рационально. Видят дополнительные проблемы 23 % педагогов, в частности, перестройку всей системы управления, обеспечение надежной работы сети Интернет, наличие специалиста, поддерживающего комплекс. Из описанных продуктов наиболее приемлемым и оптимальным для БГТУ был назван комплекс Google.

Исследование студентов проводилось в БГТУ и Профессиональном колледже БГТУ (ПК БГТУ). В нем приняли участие студенты 1–6 курсов (специалисты, бакалавры, магистры) различных направлений: экономики, информатики, энергетики, транспорта. Опросы позволили выяснить, что многие новые технологии для них знакомы только «по названиям» (57,35 %), и они были заинтересованы освоить их на занятиях; что преподаватель, который может им предложить не только теоретические знания, но и практически полезные навыки в сфере использования новых технологий для них более предпочтителен в качестве наставника (91,18 %). Однако заинтересованность обучающихся в самостоятельном изучении новых средств общения довольно высока, многие с удовольствием используют свободное время для этого (83,82 %).

В определении уровня информационной культуры приняли участие 49 студентов (25 из БГТУ и 24 из ПК БГТУ). Изучение информационной культуры студентов показало, что все студенты владеют элементарными операциями поиска, отождествления, отбора, распознавания информации. Анализом данных в достаточной мере овладело больше половины из опрошенных студентов (71 %). Самыми высокими показателями для студентов и БГТУ и ПК БГТУ были показатели овладения новыми информационными технологиями, о чем свидетельствуют и опросы студентов. Небольшой процент студентов (6,12 %) обладает высоким уровнем информационной культуры и рефлексии в целом. Констатирующий эксперимент помог выявить уровни сформированности информационной культуры студентов: элементарный уровень – 67,35 %, эвристический – 26,53 %, творческий – 6,12 %.

Полученные данные подтвердили, что студенты и преподаватели заинтересованы в использовании новейших технологий. Была предпринята попытка внедрить облачные сервисы в образовательный процесс. Со студентами были проведены беседы, лекции и практические занятия с использованием облачных сервисов. Был проведен формирующий эксперимент (разработка, составление индивидуальных траекторий развития студента в области информационных технологий). Контрольный эксперимент показал, что самые современные информационные технологии повышают не только мотивацию по формированию информационной культуры студентов, но и активизируют их самостоятельную познавательную деятельность, что способствует

повышению уровня информационной культуры. Элементарный уровень – с 67,35 % понизился до 42,86 %, эвристический – с 26,53 до 48,98 %, творческий был увеличен до 8,16 %. По мнению автора, это не предельные показатели увеличения, постепенным использованием новых технологий можно добиться еще больших результатов. В итоге применения новых технологий было выявлено также увеличение учебно-познавательной активности студентов на 11 %.

Исследование имеет перспективу выбора путей совершенствования компонентов информационной культуры у будущих специалистов в условиях становления информационного общества. Полученные результаты подтверждают необходимость формирования профессиональных и социальных компетенций выпускников вузов. Использование новейших технологий в учебном процессе повышает авторитет преподавателя и заинтересованность темой обучающихся, способствует лучшей ориентации в материале занятия. Применение облачных вычислений обладает и значительными экономическими преимуществами. В дальнейшем планируется продолжить работу по изучению облачных вычислений, возможности их рационального внедрения в образовательный процесс.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА УЭС-290/450 «ПОЛЕСЬЕ»

Т. А. Мархель

*Учреждение образования «Белорусский национальный технический
университет», г. Минск*

Научный руководитель В. Б. Попов

Задачи в многокритериальной постановке широко распространены в различных областях науки и техники, в том числе в машиностроении и робототехнике. Одной из таких задач является параметрическая оптимизация подъемно-навесного устройства (ПНУ).

Проектируя ПНУ и его основной компонент – механизм навески (рис. 1), инженер стремится удовлетворить ряд противоречивых требований:

- обеспечить требуемую грузоподъемность ПНУ при ограниченной мощности его гидропривода;
- скомпоновать и отрегулировать механизм навески так, чтобы навесная машина (НМ) занимала желаемое рабочее и транспортное положение;
- обеспечить устойчивость мобильного сельскохозяйственного агрегата с НМ в транспортном положении, а также нормативную нагрузку на мост ведущих колес УЭС;
- минимизировать величину силового воздействия, передаваемого со стороны НМ через механизм навески на раму УЭС.

В процессе работы НМ выполняет сложное движение. Это было учтено в динамическом анализе ПНУ и детальном анализе замкнутой кинематической цепи, включающей МН и НМ [1]. Оставляя за рамками данной статьи построение математической модели ПНУ, которое было выполнено на кафедре «Сельскохозяйственные машины» ГГТУ им. П. О. Сухого, рассмотрим решение прикладной задачи оптимизационного синтеза ПНУ УЭС-290/450 «Полесье».

Постановка задачи многокритериальной оптимизации технического объекта требует выбора управляемых параметров, критериев оптимальности, технических ограничений и метода оптимизации [2].

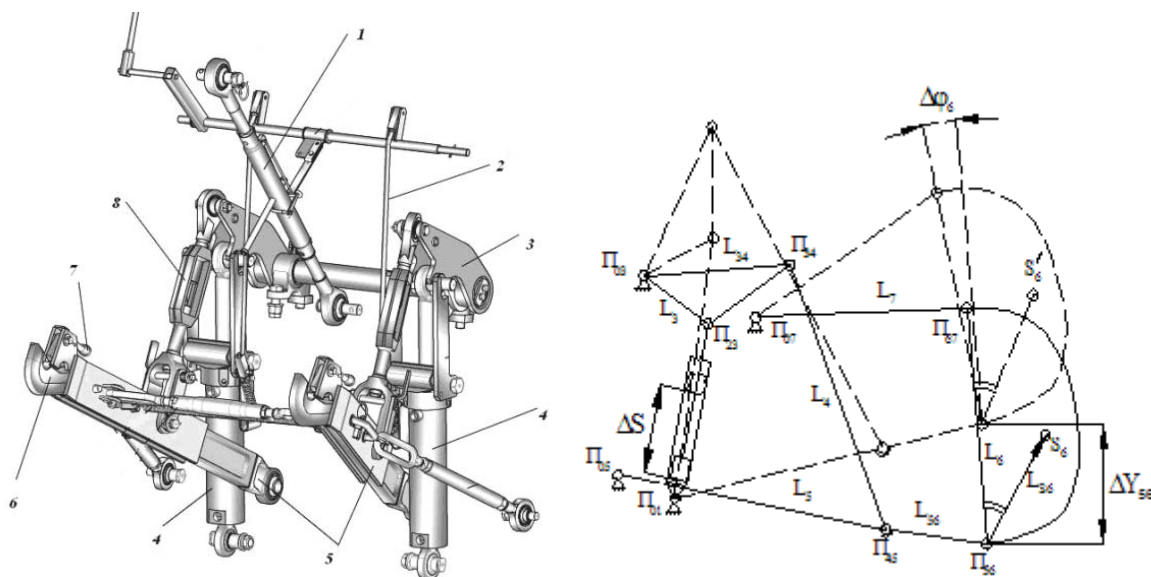


Рис. 1. Заднее подъемно-навесное устройство и его плоский аналог:
 1 – тяга верхняя; 2 – тяга механизма фиксации; 3 – рычаг поворотный;
 4 – гидроцилиндры; 5 – тяги нижние; 6 – захват; 7 – ручка фиксатора; 8 – раскос

В качестве управляемых параметров предлагаются: расположенные на раме УЭС координаты центров шарниров основания гидроцилиндра и поворотного рычага – $X_{01}, Y_{01}, X_{03}, Y_{03}$, верхней и нижних тяг – $X_{07}, Y_{07}, X_{05}, Y_{05}$, а также длины звеньев поворотного рычага и части нижней тяги – L_3, L_{34}, L_5 (рис. 1). Прямые ограничения касаются предельных значений управляемых параметров, т. е. $\bar{X}_{\min} \leq \bar{X} \leq \bar{X}_{\max}$. В решаемой задаче варьирование управляемых параметров было выполнено в диапазоне $\pm 10\%$ от их номинального значения. Последовательно, с помощью датчика случайных чисел с повышенной равномерностью, построенного на основе ЛП_т-последовательности [2], выбирались N пробных точек X_1, X_2, \dots, X_N , расположенных равномерно в области поиска, ограниченной параметрическими ограничениями.

В качестве критериев оптимальности были выбраны: \bar{I}_S, I_S^{\max} – среднее значение и максимальное значения передаточного числа на интервале изменения обобщенной координаты; $\bar{R}_{07}, \bar{R}_{03}$ – средние значения сил реакции в шарнирах оснований центральной тяги и поворотного рычага; $R_{07}^{\max}, R_{03}^{\max}$ – максимальные значения сил реакции в шарнирах оснований центральной тяги и поворотного рычага на интервале изменения S .

К функциональным ограничениям были отнесены: ход оси подвеса – $\Delta Y_{56}(S)$, угол наклона высоты присоединительного треугольника – $\Delta \phi_6(S)$, время подъема НМ – $t_{\text{под}}$ и координата мгновенного полюса вращения НМ – X_p . Общим функциональным ограничением для большинства синтезируемых механизмов является соблюдение правила «существования треугольников» (одна сторона треугольника всегда меньше двух других), формирующихся из четырехзвенников замкнутой

кинематической цепи. К функциональным ограничениям, кроме того, был отнесен максимально допустимый вес НМ, оказывающий влияние на управляемость мобильного сельскохозяйственного агрегата.

Допустимые значения функциональных ограничений – $\Delta Y_{56}^{\text{доп}}(S)$, $\Delta \varphi_6^{\text{доп}}(S)$ и т. д. были рассчитаны по исходным данным для базового варианта ПНУ УЭС-290/450 и косилки-плющилки ротационной КПП-9 с учетом требований стандарта [3].

После формулировки оптимизационной модели исследуемого объекта был реализован программный расчетный модуль, вычисляющий значения критериев оптимальности и функциональных ограничений по заданным значениям оптимизируемых параметров.

Следующий этап – поиск решения с помощью программы ОРТ (оптимизация), представляющей собой систему поддержки принятия решений в условиях многокритериальности [4]. ОРТ была спроектирована так, чтобы обеспечить решение задач параметрической оптимизации для ПНУ различных мобильных энергетических средств. Пользователю предлагается создать операционную модель, т. е. указать оптимизируемые параметры, параметрические ограничения, критерии оптимальности и функциональные ограничения, а также разработать расчетный модуль, который будет рассчитывать функциональные ограничения и критерии оптимальности по заданным значениям оптимизируемых параметров.

Для организации взаимодействия ОРТ и расчетного модуля были использованы файлы обмена данными – текстовые файлы, в который ОРТ и расчетный модуль помещают информацию об операционной модели, количестве экспериментов и т. д. На рис. 2 представлена схема такого взаимодействия.

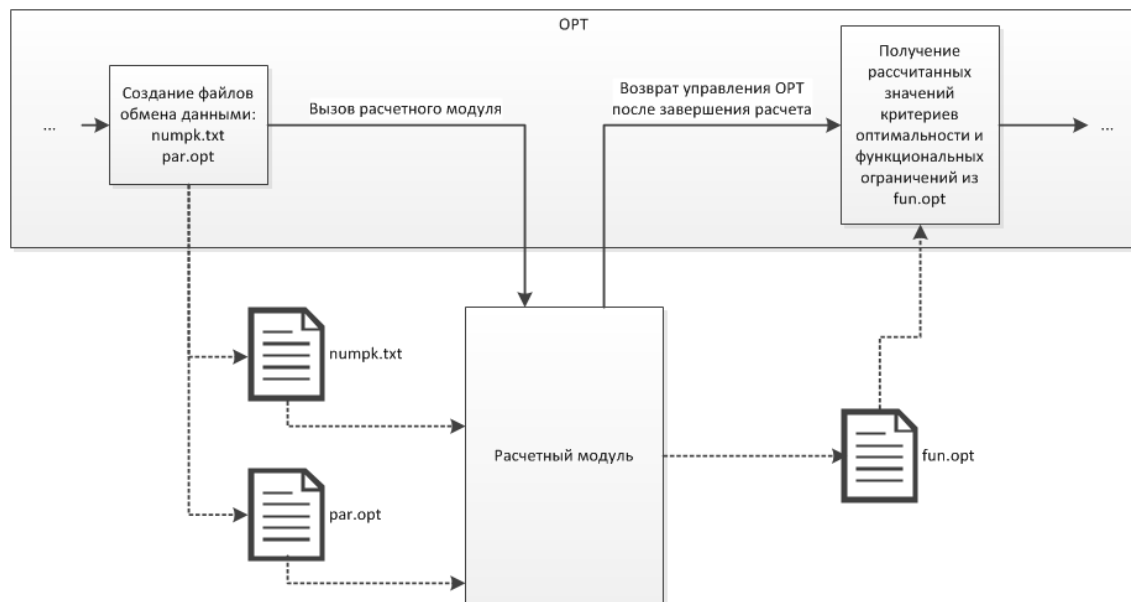


Рис. 2. Схема взаимодействия ОРТ и расчетного модуля

Программа ОРТ реализована на языке C# [5] в виде мастера: пользователю предлагается пройти ряд шагов, на каждом из которых ему предоставляется возможность ввести необходимые для продолжения работы данные или ознакомиться с результатами данного этапа работы программы.

Таким образом, был реализован способ и сформирован аппарат для решения прикладной задачи – определения совокупности параметров ПНУ УЭС-290/450 «Полесье», в наибольшей степени удовлетворяющих предъявляемым требованиям. В результате вычислительного эксперимента был сформирован вектор управляемых параметров ПНУ, улучшающих исходные характеристики базового ПНУ УЭС 290/450. Разработанный программный комплекс может быть использован для решения задач многокритериальной параметрической оптимизации для ПНУ различных мобильных энергетических средств. Более того, при незначительной доработке расчетного модуля приложения можно использовать для широкого круга задач в сходной постановке.

Литература

1. Попов, В. Б. Функциональная математическая модель анализа подъемно-навесных устройств мобильных энергетических средств / В. Б. Попов // Механика. – 2011 : сб. науч. тр. V Белорус. конгресса по теорет. и приклад. механике / Объедин. Ин-т машиностроения НАН Беларуси ; редкол.: М. С. Высоцкий [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 1. – С. 169–176.
2. Соболев, И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. – М. : Наука, 1981. – 110 с.
3. СТ СЭВ 5391–85. Тракторы сельскохозяйственные. Устройство навесное трехточечное заднее. Кинематические параметры и технические требования.
4. Придухо, В. Т. Принятие решений в условиях многокритериальности. «Оптимизация проектных решений» / В. Т. Придухо, Т. А. Мархель. – Минск : БНТУ 2011. – 18 с.
5. Программный комплекс NET Framework 4.0 [Электронный ресурс] / 2011. – Режим доступа: <http://www.msdn.microsoft.com>.

ЗАДАЧА СРАВНЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДАННЫХ. ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ

А. В. Лычковский

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск

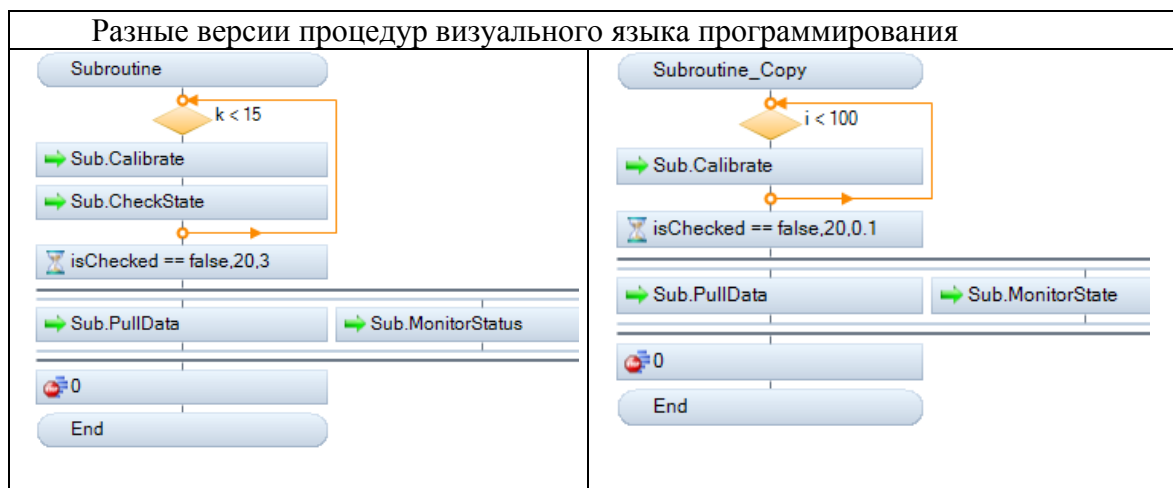
Научный руководитель Н. А. Волорова

Существует много областей, где сравнение данных является частью процесса работы. Рассмотрим некоторые примеры информации, которая может нуждаться в сравнении по тем или иным причинам.

Часто возникает задача конфигурирования программного обеспечения сходным образом, но с сохранением некоторых персональных параметров конфигурации. Также может возникнуть задача нахождения различия в конфигурации программного обеспечения для устранения неправильной работы или в других целях.

Информация, которая требует сравнения, не всегда представлена в виде текста. Часто информация визуализируется и для ее редактирования используется специальное программное обеспечение. Сложность анализа информации, представленной в таком виде, заключается в том, что для получения полной информации об элементах часто приходится пользоваться их редакторами, так как не все детали могут быть отображены из-за небольшого пространства.

Если проанализировать структуру информации представленных примеров, то можно заметить наличие иерархии. Информация может быть разбита на уровни. При таком разбиении каждый уровень будет представлен набором элементов, каждый из которых также может быть разбит на уровни. Информация, разбитая на уровни указанным способом, может быть представлена иерархической моделью данных.



Использование модели данных для представления информации дает некоторые преимущества:

- абстрагирование от источника информации;
- абстрагирование от способа представления информации;
- использование информации разной по структуре.

Разработка эффективного метода сравнения таких моделей данных позволит решать прикладные задачи быстрее и эффективнее.

В результате поиска в сети Интернет были найдены программы, позволяющие сравнивать файлы с данными разных форматов, файловые директории. Также были обнаружены онлайн-сервисы, позволяющие сравнивать продукты, продаваемые онлайн-магазинами. Файлы данных и продукты онлайн-магазинов могут быть представлены простой иерархической моделью данных, которая имеет один уровень. Для представления структуры файловой директории понадобятся дополнительные уровни.

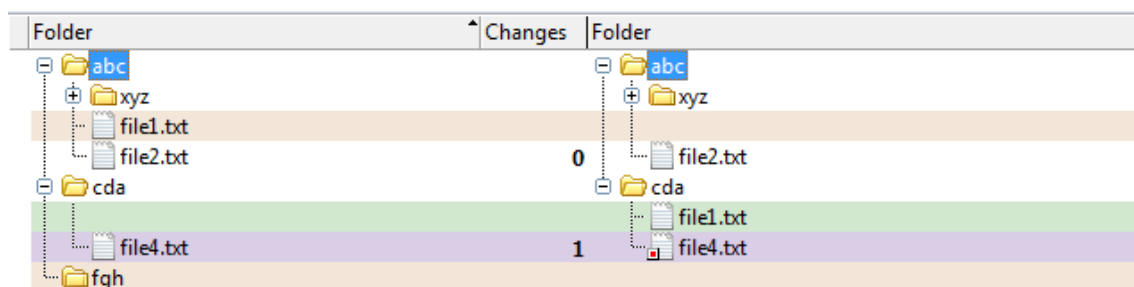


Рис. 1. Пример результата сравнения файловых директорий одной из найденных программ

Сравнение иерархических моделей данных можно свести к сравнению двух последовательностей элементов. Сравнение должно начинаться с верхнего уровня, а при сравнении элементов этого уровня необходимо учитывать, что каждый из них может также иметь иерархическую структуру. В этом случае каждый из таких элементов сравнивается как самостоятельный элемент. То есть мы получаем рекурсивный алгоритм сравнения, который будет продолжаться, пока сравниваемый элемент будет иметь дочерние элементы в своей структуре.

Для оптимальной работы алгоритма, описанного выше, необходимо решить задачу сравнения последовательностей элементов. В теории алгоритмов эта задача из-

вестна как задача о нахождении наибольшей общей подпоследовательности (англ. longest common subsequence, LCS).

Полный перебор. Существуют разные подходы при решении данной задачи при полном переборе – можно перебирать варианты подпоследовательности, варианты вычеркивания из данных последовательностей и т. д. Однако в любом случае, время работы программы будет экспонентой от длины строки.

Метод динамического программирования. Данная задача может быть решена методом динамического программирования. Вначале найдем длину наибольшей подпоследовательности. Допустим, мы ищем решение для случая (n_1, n_2) , где n_1, n_2 – длины первой и второй последовательностей. Пусть уже существуют решения для всех подзадач (m_1, m_2) , меньших заданной, тогда задача (n_1, n_2) сводится к меньшим подзадачам следующим образом:

$$f(n_1, n_2) = \begin{cases} 0, & n_1 = 0 \vee n_2 = 0 \\ f(n_1 - 1, n_2 - 1) + 1, & s[n_1] = s[n_2] \\ \max(f(n_1 - 1, n_2), f(n_1, n_2 - 1)), & s[n_1] \neq s[n_2] \end{cases}$$

Теперь вернемся к задаче построения подпоследовательности. Для этого в существующий алгоритм добавим запоминание для каждой задачи той подзадачи, через которую она решается. Следующим действием, начиная с последнего элемента, поднимаемся к началу по направлениям, заданным первым алгоритмом, и записываем символы в каждой позиции. Это и будет ответом в данной задаче. Время работы алгоритма будет $O(n_1 \cdot n_2)$.

Расстояние Левенштейна. Расстояние Левенштейна (также редакционное расстояние или дистанция) между двумя строками в теории информации и компьютерной лингвистике – это минимальное количество операций вставки одного символа, удаления одного символа и замены одного символа на другой, необходимых для превращения одной строки в другую.

Пусть S_1 и S_2 – две строки (длиной M и N соответственно) над некоторым алфавитом, тогда редакционное расстояние (расстояние Левенштейна) можно подсчитать по следующей рекуррентной формуле:

$$d(S_1, S_2) = D(M, N),$$

$$\text{где } D(i, j) = \begin{cases} 0, & i = 0, j = 0 \\ i, & j = 0, i > 0 \\ j, & i = 0, j > 0 \\ \min(D(i, j - 1) + 1, D(i - 1, j) + 1, D(i - 1, j - 1) + m(S_1[i], S_2[j])), & j = 0, i > 0 \end{cases}$$

где функция $m(a, b)$ равна нулю, если $a = b$ и единице в противном случае.

Расстояние Левенштейна может быть обобщено на последовательности элементов. Также можно использовать разные цены для операций вставки, удаления, замены символа.

Задача вычисления расстояния Левенштейна может быть решена методом динамического программирования, при этом время работы алгоритма будет $O(M \cdot N)$.

Расстояние Дамерау–Левенштейна. Если к списку разрешенных операций добавить транспозицию (два соседних символа меняются местами), получается расстояние Дамерау–Левенштейна. Для нее также существует алгоритм, требующий

$O(M \cdot N)$ операций. Дамерау показал, что 80 % ошибок при наборе текста человеком являются транспозициями. Кроме того, расстояние Дамерау–Левенштейна используется и в биоинформатике.

An $O(ND)$ Difference Algorithm. Этот алгоритм позволяет находить наибольшую общую подпоследовательность строк и требует $O(N \cdot D)$ операций, где N – сумма длин сравниваемых строк, а D – размер минимального редакционного предписания. Алгоритм эффективен, когда сравниваемые строки очень сходны. В своей работе алгоритм использует графы для решения задачи. Этот алгоритм также можно обобщить для сравнения последовательностей элементов.

В результате проделанной работы были исследованы примеры из реальной жизни, которые делают задачу сравнения иерархических моделей данных актуальной. Были проанализированы существующие решения поставленной задачи. Также были найдены алгоритмы и структуры данных, позволяющие решать поставленную задачу. На основании этих алгоритмов может быть разработано программное обеспечение, которое решает задачу сравнения с учетом индивидуальных особенностей иерархических моделей.

Литература

1. Longest common subsequence problem [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Longest_common_subsequence_problem.
2. Levenshtein distance [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Levenshtein_distance.
3. Damerau–Levenshtein distance [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Damerau%E2%80%93Levenshtein_distance.
4. An $O(ND)$ Difference Algorithm and Its Variations/ Eugene W. Myers [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.4.6927>.

МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБОСНОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК В ХОДЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Д. Ю. Богданов, Р. О. Дубас

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск

Научный руководитель А. Н. Гусак

Последние годы строительства и развития Вооруженных Сил Республики Беларусь ознаменовались существенными изменениями во взглядах на формы и способы ведения войсками боевых действий (операций). Очевидной становится и необходимость изыскания новых вариантов построения и функционирования системы материального обеспечения (СМатО) войск. Эта необходимость обусловлена как внешними по отношению к этой системе условиями (факторами): изменением способов ведения боевых действий эвентуальным противником, развитием комплекса применяемых в современных вооруженных конфликтах средств противодействия (разведки и поражения), так и внутренними характеристиками самой СМатО: ограниченным количеством материальных средств (МатС), их высокой стоимостью, высокой затратностью процессов содержания и доставки ресурсов от поставщика до потребителя и т. д.

Считается, что наибольший прирост эффективности функционирования СМатО в условиях высокотехнологичных боевых действий может быть достигнут не за счет

внедрения дополнительного числа резервируемых элементов и насыщения системы избыточным количеством ресурсов, но за счет использования новых подходов к организации ее функционирования, например, системного логистического подхода, подразумевающего интеграцию таких областей, как производственная деятельность, управление материальными, информационными, финансовыми потоками, запасами, складским хозяйством, транспортом, кадрами в единую систему. Основой такого подхода к организации функционирования СМатО является использование методологически и технологически передовых средств, позволяющих с требуемой (достаточной) эффективностью управлять системой, планировать ее работу и осуществлять поддержку принятия соответствующих управленческих решений.

Вместе с тем при рассмотрении существующих в настоящее время организации и управления функционированием СМатО (в частности, в войсковом звене) становится очевидным явное технологическое отставание наших Вооруженных Сил от армий наиболее передовых в экономическом и технологическом отношении государств, например, в области разработки и внедрения универсальных средств автоматизации управления процессами тылового обеспечения (типа DPAS (Defense Property Accountability System) – системы управления запасами MatC вооруженных сил США или SASPF (Standart Anwendunes Software Product Familie) – глобальной автоматизированной административно-информационной системы обеспечения повседневной деятельности Бундесвера), а также систем (информационных сетей) контроля наличия и перемещения грузов военного назначения на базе технологии автоматической идентификации (типа GCSS-A (Global Combat Support System-Army) – глобальной автоматизированной системы управления тыловым обеспечением сухопутных войск США или CPM (Customer Product Management) – системы управления процессом снабжения Бундесвера).

Автоматизированные системы такого типа функционируют в вооруженных силах стран НАТО уже начиная с 1997 г. и на сегодняшний день обеспечивают:

- взаимодействие между процессами обеспечения войск и оперативного управления ими (предоставление командующим объединенными оперативными формированиями информации для выработки вариантов действий);
- взаимодействие и интеграцию систем управлений и ведомств министерства обороны, объединенных и видовых систем обеспечения войск;
- интегрированный обзор поля боя с отслеживанием состояния и местоположения личного состава, MatC и другого имущества;
- доступ должностных лиц к постоянно обновляемой общей базе данных;
- взаимодействие с поставщиками MatC и имущества.

Понятно, что форсированное создание и внедрение собственных аналогичных средств и систем, а тем более их приобретение в готовом виде, потребовало бы недопустимо высоких финансовых затрат (так, расходы США на развитие информационной инфраструктуры ВС и разработку автоматизированных информационных систем начиная с 2004 г. составляют ежегодно 15–19 млрд дол.). Поэтому решать задачу технологической модернизации СМатО следует поэтапно.

Одним из таких этапов, по нашему мнению, может считаться комплексная автоматизация процессов принятия решений на организацию MatO, отличающихся высокой интенсивностью информационных потоков, значительными объемами обрабатываемой и передаваемой информации, априорной неопределенностью. В прикладном плане это разработка логико-математического и программного обеспечения автоматизированного рабочего места ЛПР в перспективной автоматизированной системе управления тыла Вооруженных Сил.

Для решения этой задачи необходимо исследовать позитивный и негативный опыт и перспективы применения разнородных: оптимизационных и технических средств (систем), применяемых для обоснования (поддержки) целого спектра управленческих решений.

В рамках этой работы в ходе анализа существующих логико-математических средств, используемых при выработке решения и планировании МатО войск (сил) в ходе боевых действий (операций), нами были выявлены несовершенство, а в отдельных случаях практическая неприемлемость использования некоторых имеющихся научно-методических средств, в частности:

- методики прогнозирования динамики потребности войск в МатС;
- методики распределения войскам ресурса МатС в условиях дефицита;
- методики формирования грузопотоков при организации подвоза МатС войскам в ходе боевых действий.

В связи с этим нами был разработан комплекс методических средств, включающий соответственно:

– адаптивную методику краткосрочного прогнозирования потребности войск в МатС в ходе боевых действий (операций), основанную на процедуре экспоненциального сглаживания временного ряда потребности в МатС;

– методику рационального распределения войскам ресурса МатС в условиях дефицита на основе оценки «веса» заявок в сравнении с общим уровнем обеспеченности, а также установления приоритета потребителей методом относительных предпочтений;

– методику рационального формирования грузопотоков при организации подвоза МатС войскам в ходе оборонительных боевых действий (операций), включающую решение с учетом новых существенных факторов задачи рационального выбора маршрутов подвоза МатС на основе оценки транспортных сетей методами теории графов, а также задачи рационального распределения партий МатС между поставщиками и потребителями методами линейного программирования.

С целью проверки и оценки разработанных методик в рамках заданных ситуативных условий (на базе комплекса имитационных моделей) по существующим и разработанным методикам были произведены вычисления количественных и качественных параметров функционирования СМатО, существенных для принятия адекватного решения на организацию МатО войск.

Полученные предварительные результаты свидетельствуют:

– о достигнутом увеличении точности и надежности краткосрочного прогнозирования потребности войск в МатС за счет использования разработанной методики прогнозирования;

– о достигнутом увеличении продолжительности нахождения обеспечиваемой системы в боеспособном состоянии по показателю «обеспеченность запасами МатС» в заданных критических условиях за счет применения разработанной методики распределения ресурса;

– о достигнутом снижении удельных временных затрат на доставку грузов за счет использования разработанной методики формирования грузопотоков.

Составляющие элементы разработанных методик позволили:

– с практически приемлемой точностью осуществлять краткосрочное прогнозирование потребности войск в МатС и на основании таких прогнозов оценивать общую обеспеченность в МатС на предстоящие действия;

– дать оценку сложившимся обстоятельствам по МатО в реальном масштабе времени, исходя из сложившейся оперативно-тыловой (тактико-тыловой) обстановки, а также выдавать данные для корректировки планов МатО;

– исходя из имеющейся оперативно-тыловой информации, наиболее рациональным образом распределять ресурс МатС, выделяемый обеспечиваемым соединениям (воинским частям, подразделениям), а также формировать грузопотоки при организации подвоза МатС.

При этом элементы методик базируются на ограниченном объеме исходной информации, не требуя сложных многоэтапных расчетов.

Кроме того, с целью автоматизации основных процессов, включенных в структуру решения на МатО, нами был разработан комплекс программных средств поддержки принятия решения на организацию МатО войск, реализующий методики краткосрочного прогнозирования потребности и распределения ресурса МатС, применение которого позволило автоматизировать процесс сбора, анализа и обобщения исходных данных, а также сами процедуры прогнозирования и распределения ресурса МатС.

Разработанный программный продукт в совокупности с комплексом средств автоматизации обеспечивает создание базового автоматизированного рабочего места должностного лица, занимающегося организацией МатО войск в ходе боевых действий (операций). Это позволяет значительно сократить временные затраты на сбор и обработку данных, снизить удельную трудоемкость выполнения функции управления, осуществить информационную поддержку ЛПР, а также свести к минимуму вероятность принятия им неадекватных решений.

Применение разработанного комплекса методических и программных средств обоснования решения на организацию МатО является предпочтительной альтернативой принятым в теории и практике войск методам (которыми зачастую являются опыт и интуиция ЛПР), а также одним из перспективных направлений совершенствования системы МатО войск в целом. Практическое использование комплекса в ходе учений Вооруженных Сил 2011–2012 гг. подтвердило его высокую эффективность.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕДЕНИЯ РЕЖИМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Ю. А. Денскевич

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

Научный руководитель Т. А. Трохова

В настоящее время автоматизация проектных работ, связанных с бурением нефтяных скважин, является актуальной темой, так как позволяет заменить рутинные операции, выполняемые вручную, удобными для пользователя автоматизированными рабочими местами (АРМ). Автоматизированные рабочие места позволяют повысить точность расчетов при проектировании, ускорить сам процесс разработки проектной документации.

Одним из компонентов автоматизации проектирования скважин является процесс ведения режимно-технологической карты (РТК). В РТК указаны для каждого стратиграфического горизонта параметры режима бурения, тип и модель долота, тип турбобура и технико-экономические показатели работы долот. Кроме того, даны рекомендации по предотвращению осложнений, пути увеличения скорости проходки, предполагаемые затраты времени на все интервалы и организационно-технические мероприятия.

Исходя из вышеизложенного, целесообразно автоматизировать процесс ведения режимно-технологической карты, что облегчит обработку и анализ информации, а также позволит более наглядно представить информацию для пользователя и сформировать РТК.

Программный комплекс, обеспечивающий автоматизированное ведение РТК, работает в четырех основных режимах:

- 1) в оперативном режиме бурения осуществляется ввод данных о проходке и отображение их в графическом виде;
- 2) формируются по предварительно рассчитанному времени бурения графические диаграммы в следующих видах: по проекту, разработанному проектной организацией; после корректировки проекта управлением буровых работ (получение новой коммерческой скорости); по скважине-аналогу; по факту;
- 3) проводится анализ отклонения плана от факта;
- 4) выполняется прогноз по времени бурения и глубине забоя.

При разработке приложения была детально изучена предметная область и разработана функциональная модель системы в нотации IDEF0. Функциональная модель состоит из трех уровней: контекстная диаграмма и два уровня декомпозиции. Один из уровней декомпозиции представлен на рис. 1.

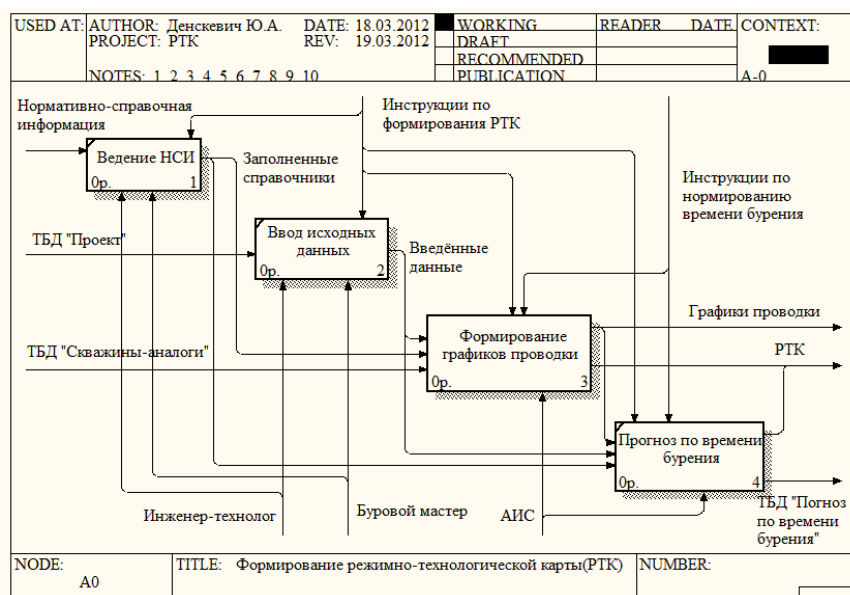


Рис. 1. Первый уровень декомпозиции процесса формирования РТК

Было разработано информационное обеспечение системы в СУБД Microsoft Office Access, состоящее из справочников, таких как: «Режим бурения», «Площади», «Скважины», «Типы долот» и оперативных таблиц: «Данные бурения по факту», «Корректировка проекта УБР», «Проектный расчет», «Данные по скважине-аналогу» и «Скважины-аналоги». Между таблицами были заданы соответствующие связи.

На основе информационного обеспечения и разработанной функциональной модели разработано приложение с простым, интуитивно понятным для пользователя интерфейсом. Приложение позволяет работать со справочниками, обрабатывать исходные данные, производить расчеты и на их основе строить графики проводки, а также производить прогноз по времени бурения и глубине забоя. Одним из важных

режимов работы комплекса является режим прогноза, предоставляющий пользователю возможность получения предполагаемой глубины бурения при заданном значении времени и решения обратной задачи. Прогноз выполняется на основании алгоритма, основанного на данных о скважинах-аналогах.

Приложение разработано с использованием технологии.NET и языка C#. Одна из форм приложения представлена на рис. 2. Программный комплекс позволит повысить точность инженерных расчетов при строительстве нефтяных скважин.

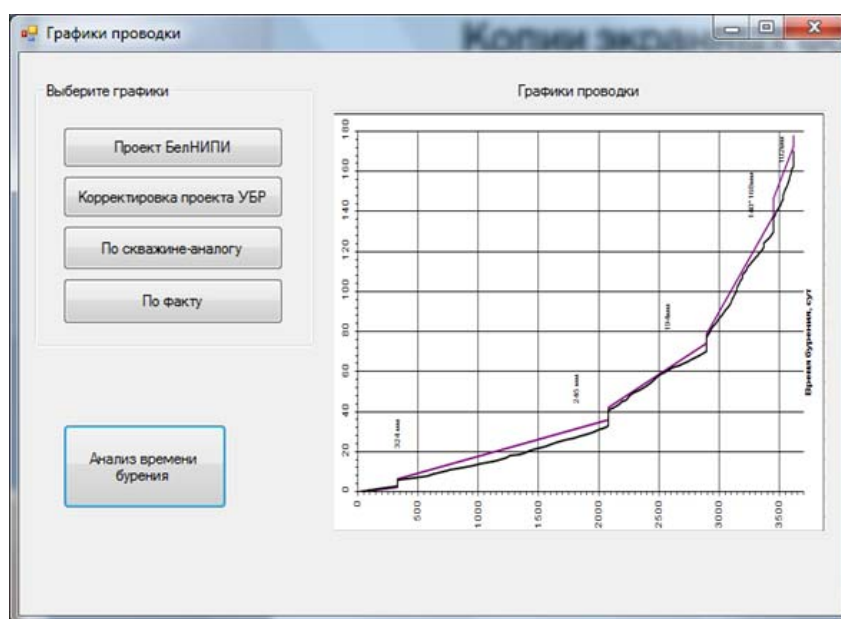


Рис. 2. Вид окна «Графики проводки»

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Р. С. Сидоракин

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

Научный руководитель Т. А. Трохова

Процесс бурения нефтяных скважин является одной из сфер, требующих автоматизации вычислений и оптимизации многих варьируемых параметров. Гидравлической программой бурения скважин называется совокупность режимов промывки и других операций, связанных с гидравликой и обеспечивающих бурение скважин без осложнений или с минимумом осложнений, с максимально высоким качеством при заданных ограничениях по стоимости строительства скважин и выбору бурового оборудования.

Суть гидравлических расчетов при бурении заключается в том, чтобы по некоторым исходным данным произвести рациональный выбор регулируемых показателей промывки ствола скважин, направленный на улучшение технико-экономических показателей бурового процесса. Выполнив расчет гидравлической программы бурения скважин, можно предвидеть и предотвратить осложнения при бурении скважин, ликвидация которых требует значительных денежных и трудовых затрат.

Программный комплекс, моделирующий гидравлические процессы при бурении скважин, реализует следующие основные функции:

1) ввод исходных данных (параметры скважины, данные об используемых буровых насосах и забойных двигателях, данные об используемых промывочных жидкостях);

2) выполнение расчета гидравлической программы бурения скважин (тип промывочной жидкости и ее параметры; расход промывочной жидкости; оптимальная схема очистки забоя и долота; диаметр насадки для долота; перепады давления на долоте и т. д.);

3) сравнение фактических и проектных параметров бурового раствора для приведения раствора в соответствии с проектом.

Можно сформулировать задачи гидравлической программы промывки скважин:

- обеспечение достижения наивысших технико-экономических показателей;
- определение рационального режима промывки скважины, обеспечивающего наиболее эффективную отработку долот, при соблюдении требований и ограничений, обусловленных геологическими особенностями вскрываемого интервала, энергетическими, техническими и эксплуатационными характеристиками применяемого инструмента.

В ходе анализа предметной области и связанной с ней нормативно-справочной информации, а также методик составления гидравлических программ бурения скважин была составлена обобщенная функциональная модель задачи. Однако обобщенная модель не полностью отражает суть процесса составления программы промывки, поэтому была произведена декомпозиция контекстной диаграммы, результат которой приведен на рис. 1.

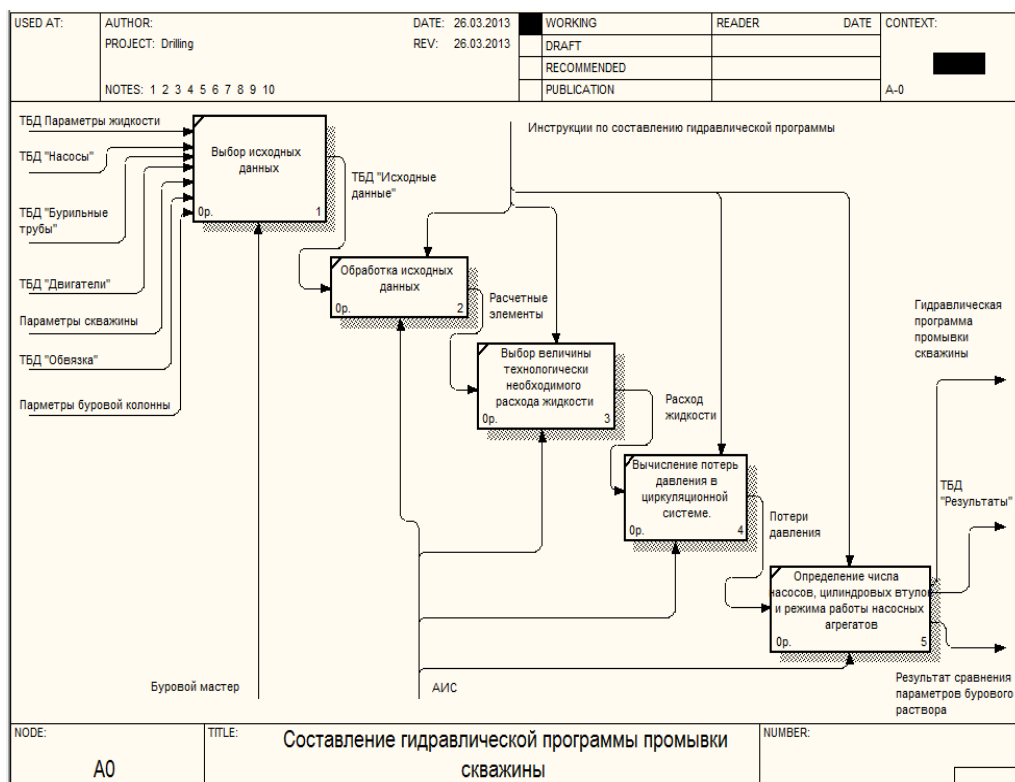


Рис. 1. Декомпозиция первого уровня функциональной модели задачи

Выбор исходных данных осуществляется буровым мастером. Ему необходимо выбрать не только конкретное оборудование для бурения и промывки, но и ввести интервалы бурения и параметры буровой колонны. Результатом этого будет таблица базы данных «Исходные данные». В дальнейшем, опираясь на эту таблицу, будет происходить обработка исходных данных.

Обработка исходных данных производится автоматизированной информационной системой с использованием полученной ранее таблицы базы данных. На этом этапе вычисляется количество расчетных элементов, для каждого из которых будут производиться вычисления.

Выбор изначальной величины технологически необходимого раствора жидкости происходит путем выбора максимального значения из расхода, необходимого для очистки забоя и расхода, необходимого для подъема выбуренной породы. В дальнейшем этот расход уточняется и получается результирующее значение.

Вычисление потерь давления в циркуляционной системе рассчитывается с учетом расхода промывочной жидкости и параметров оборудования. По результатам потерь давления система определяет число насосов, цилиндрических втулок и режим работы насосных агрегатов. Также происходит сравнение фактических и проектных параметров бурового раствора.

В результате формируется гидравлическая программа промывки скважины, а также в базе данных сохраняется таблица с результатами для последующего анализа.

Внедрение программного комплекса позволит не только выполнить компьютерное моделирование гидравлических процессов при бурении, но и упростит разработку отчетной документации, входящей в состав проекта строительства нефтяных скважин.

ЛОГИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

А. И. Капельчик

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

Научный руководитель Е. Г. Стародубцев

Для взаимодействия, обеспечения эффективной работы с информацией и контроля над функционированием всех уровней субъектов предприятий и подразделений различных государственных органов требуется четкая организация процесса предоставления детальной статистической отчетности, регламентируемой Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь [1]. С этой целью по различным видам производственной деятельности применяется ведение государственной статистической отчетности – вид государственного наблюдения, при котором уполномоченные организации получают от подотчетных юридических и физических лиц необходимые сведения в виде статистических отчетов заданной формы.

Получаемые данные необходимо соответствующим образом обрабатывать, структурировать и сохранять. Объем этой информации постоянно возрастает, современные технические средства ведения документооборота активно совершенствуются, а вычислительные мощности электронной техники и пропускная способность каналов передачи данных непрерывно увеличиваются. Данные тенденции обуславливают не-

обходимость широкого применения информационных технологий и диктуют повышенные требования к программному обеспечению, используемому для ведения статистической отчетности.

Заполнение отчетных документов – трудоемкий процесс, требующий повышенного внимания, серьезных затрат времени и усилий респондентов, что обусловлено наличием следующих факторов:

- отчеты имеют сложное форматирование и должны содержать большой объем согласованных и структурированных данных;
- отчетность является периодической и требует систематического предоставления данных с интервалами в определенные периоды;
- правила составления и бланки форм государственной статистической отчетности часто претерпевают изменения.

Существующие информационные системы не являются универсальными и не позволяют успешно решать актуальные задачи, стоящие перед автоматизацией ведения отчетности в связи с тем, что имеют жесткую структуру, позволяющую создавать только ограниченный набор отчетных документов [2]. При изменении форм статистической отчетности используемые системы требуют модернизации и внесения изменений в структуру базы данных, что влечет дополнительные затраты средств и времени.

В связи с этим существует необходимость создания современного адаптируемого программного комплекса, удовлетворяющего заявленным требованиям для автоматизации и упрощения процедуры формирования государственной статистической отчетности. Приложение должно быть легко настраиваемым, расширяемым и устойчивым к изменениям, чтобы при утверждении новых требований к ведению статистической отчетности оставаться работоспособным без вмешательства специалиста-разработчика и обрабатывать информацию без потери данных. Вследствие этого необходима гибкая и легко поддерживаемая структура данных, позволяющая системе «подстраиваться» под изменения процесса формирования отчетности и не требующая внесения изменений в схему базы данных.

На рис. 1 представлена логическая модель данных, описывающая предметную область ведения государственной статистической отчетности. Титульный лист отчетного документа для всех видов форм статистической отчетности имеет сходный вид и структуру. Он содержит название отчета, тип, период, дату его заполнения, описание и другую дополнительную информацию о рассматриваемом отчете. Каждая форма может иметь набор значений кодов по определенным параметрам. Форма имеет несколько разделов, каждый из которых имеет свой порядковый номер и название. В разделе содержится набор описываемых характеристик, каждой из которых соответствует набор значений по ряду показателей. Информация о респондентах, отвечающих за предоставление отчетности, хранится в отдельных таблицах, кроме личных данных ответственных лиц, содержащих информацию об организации, ее органе управления, форме собственности, регистрационном номере, адресе и другой информации. Таким образом, при изменении бланков форм или правил составления отчетов отсутствует необходимость внесения изменений в структуру базы данных (добавление и изменение столбцов), достаточно лишь записать новые изменения в виде данных (строк) в соответствующие таблицы.

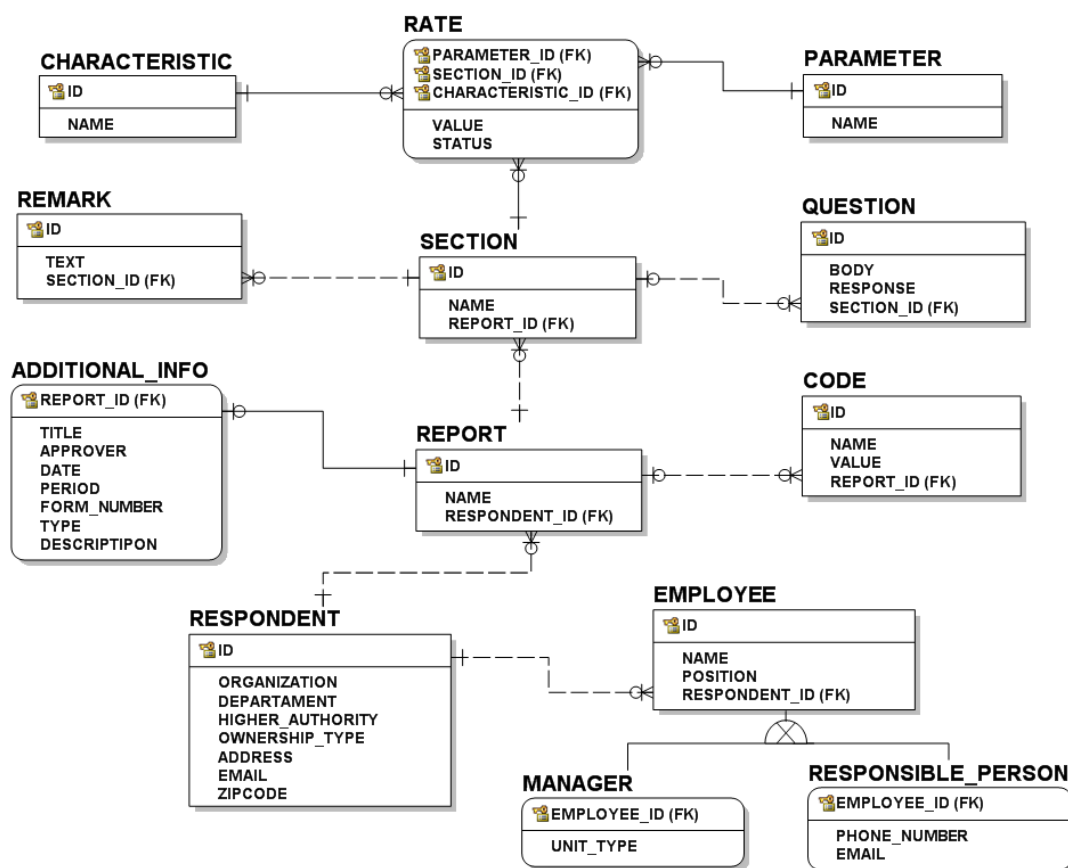


Рис. 1. Логическая модель, описывающая предметную область ведения государственной статистической отчетности

Реляционная структура базы данных, построенная на описанной декомпозиции взаимодействующих сущностей, является максимально оптимизированной и нормализованной. Предлагаемая модель основана на анализе всех видов имеющихся на текущий момент времени форм государственной статистической отчетности, установленных Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь.

Приложение, построенное на данной модели данных, будет иметь следующие преимущества:

- универсальность и возможность использования единой информационной системы для ведения различных видов отчетов;
- упрощение процесса обработки, анализа и структурирования поступающих сводных данных;
- отсутствие необходимости внесения изменений в структуру базы данных при изменениях требований к ведению отчетности;
- возможность стандартизации процесса ведения статистической отчетности в рамках объединения подразделений предприятий.

Разработанная логическая модель данных является унифицированной и легко адаптируемой под новые требования формирования статистической отчетности, что позволяет упростить обновление программного обеспечения при возможных изменениях форм отчетности. На основе данной реляционной модели может быть реализована автоматизированная информационная система, в полной мере удовлетворяющая современным требованиям ведения государственной статистической

отчетности, способная успешно заменить используемое на текущий момент времени программное обеспечение и качественно повысить уровень и скорость формирования отчетных документов.

Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 05.04.2013.
2. Автоматизированная информационная система ведения статистической отчетности использования ТЭР / А. Г. Ус [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2001. – № 3–4. – С. 40–50.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ОБУЧЕНИИ ПЕШЕХОДОВ ПРАВИЛАМ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Д. Г. Кульша, Д. Н. Мицкевич, Т. С. Гончаревич

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

Научный руководитель Т. Л. Романькова

В настоящее время очень остро стоит вопрос безопасности дорожного движения. Но если водители в автошколах изучают правила на занятиях, сдают зачеты и экзамены, то знания участников дорожного движения, не имеющих водительского удостоверения, особенно детей, зачастую ограничиваются приблизительными представлениями о порядке перехода проезжей части на зеленый сигнал светофора.

При подготовке к экзамену будущие водители используют специальную компьютерную программу, предоставляющую пользователям возможность осваивать правила дорожного движения в режиме тестирования по главам ПДД или по экзаменационным билетам. Использовать эту программу для обучения некоторых категорий участников дорожного движения, например, детей в школах, затруднительно, так как эта программа не учитывает возрастных особенностей, перегружена лишней для пешеходов информацией, а также не бесплатна.

Исходя из этого, возникла идея разработки системы, которая должна помогать обучать правилам дорожного движения и осуществлять контроль полученных знаний для участников движения, не являющихся водителями.

Основные функциональные возможности системы:

- простой и интуитивно понятный интерфейс;
- разделение пользователей по уровням доступа (доступные роли: ученик, преподаватель);
- работа в режиме тренировки без ограничения времени;
- работа в режиме контроля по билетам с ограничением времени;
- справочная поддержка в режиме тренировки;
- режим экзамена;
- редактирование вопросов и билетов, настройка системы;
- наглядное представление результатов.

Информационной основой системы служит база данных, состоящая из справочных таблиц, например, «Правила дорожного движения», «Вопросы», «Подсказки», «Рисунки» и др., а также оперативных таблиц, таких как «Результаты экзамена», «Настройки системы».

Для разработки системы было использовано бесплатное программное обеспечение. В частности, для работы с базой данных была использована SQLite. SQLite – легковесная встраиваемая реляционная база данных, представленная в виде свободно распространяемой библиотеки с открытым исходным кодом.

Еще одним плюсом разрабатываемого приложения является предоставление возможности преподавателю редактировать вопросы, исключать вопросы из теста или добавлять новые, определять время прохождения теста, менять настройки прохождения экзамена.

В системе планируется предусмотреть различные уровни работы: для дошкольников и младших школьников; средний уровень (4–7 классы); для продвинутых пешеходов и будущих водителей.

Разработанная система может использоваться в различных учебных заведениях, например, на уроках основ безопасности жизнедеятельности.

ОПТИМАЛЬНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ МНОГОВХОДОВЫХ СУММАТОРОВ ПО МОДУЛЮ ДВА

Барскар Пиюш

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

Многовходовые сумматоры по модулю два нашли широкое применение в различных цифровых устройствах: генераторах псевдослучайных тестовых последовательностей, сигнатурных анализаторах, коммуникационных устройствах и т. п. Реализация произвольной логической функции на элементах «Исключающее ИЛИ» (*XOR*) часто является более эффективной с точки зрения аппаратных затрат (площади кристалла СБИС) и/или потребления энергии [1]. Особенно актуальна в настоящее время задача синтеза многовходовых логических элементов с минимальным энергопотреблением [2]. В [1] представлена методика оценки средней переключательной активности схем на основе элементов *XOR*. Это позволяет получить среднюю оценку переключательной активности. В настоящей работе рассмотрен случай, когда смена логических состояний на входах сумматора может происходить только в различные моменты времени, что позволяет получить максимально возможную оценку переключательной активности и, соответственно, максимальную потребляемую мощность, что гарантирует надежную работу схемы (реальная мощность никогда не превысит расчетную). Для этого случая в работе предложена методика декомпозиции многовходовых сумматоров по модулю два с минимальным энергопотреблением. Причем в отличие от работы [3] декомпозиция может проводиться на двухвходовые, трехвходовые и т. п. элементы. Получены оценки минимальной и максимальной переключательной активности. Приведены примеры минимальной реализации многовходового сумматора.

Энергопотребление цифровых КМОП схем вызвано следующими четырьмя основными источниками: токами утечки, обратными токами *pn*-переходов, сквозными токами при переключении элемента и токами заряда-разряда паразитной емкости. Причем основной вклад в энергопотребление (90–99 %) вносят два последних фактора (динамическая составляющая). Как показано в [3], потребляемая схемой энергия может быть найдена следующим образом:

$$E = WSA \cdot E_0, \quad (1)$$

где E_0 – энергия одного переключения (определяется переключаемым напряжением и нормализованной емкостной нагрузкой одного входа); WSA – переключательная активность схемы (среднее число переключений в течение такта работы).

Для анализа переключательной активности будем использовать модель, предложенную в [2], которая позволяет получить максимально возможную оценку переключательной активности (и, соответственно, максимальную оценку энергопотребления). Будем считать, что смена состояний в узлах схемы происходит в непересекающиеся моменты времени, а на входы поданы сигналы с максимальной переключательной активностью $WSA_i = 0,5$. В этом случае переключательная активность d -входного сумматора по модулю два, реализованного на b -входных элементах XOR , будет:

$$WSA = \sum_{i=1}^n WSA_i, \tag{2}$$

где WSA_i – переключательная активность i -го узла; n – количество внутренних узлов.

Рассмотрим вывод выражений для оценки максимального (WSA_{max}) и минимального (WSA_{min}) значений переключательной активности d -входного сумматора по модулю два, реализованного на b -входных элементах XOR . Минимальная реализация d -входного сумматора может быть выполнена на k элементах, где

$$k = \left\lceil \frac{d-1}{b-1} \right\rceil. \tag{3}$$

Исследования показали, что максимальную переключательную активность имеет схема с последовательным расположением элементов (рис. 1), которую можно определить как $((x_1 \oplus x_2 \oplus x_3) \oplus x_4 \oplus x_5) \oplus x_6 \oplus x_7$.

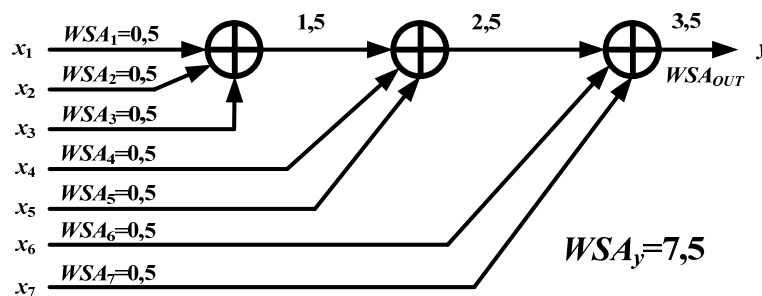


Рис. 1. Пример реализации семивходового сумматора по модулю два на трехвходовых элементах с максимальной переключательной активностью

В общем случае максимальную переключательную активность можно найти из следующего выражения:

$$WSA_{max} = x \left(\sum_{i=1}^k (b-1)i + 1 \right) - N, \tag{4}$$

где

$$N = (b-1)k + 1 - d. \tag{5}$$

Для минимальной переключающей активности выражения получаются не столь регулярными и имеют вид:

$$WSA_{\min} = \begin{cases} x(d + 3(k - 1) - N) & \text{для } 0 < k \leq 4, \\ x(d + 3(k - 1) + 2(k - 4) - N) & \text{для } 4 < k \leq 13, \\ \dots \end{cases} \quad (6)$$

Примеры минимальной реализации представлены в нижеприведенной таблице. При $d = 7$ ($k = 3$) получим $WSA_{\min} = 6,5$. В компактной форме схема декомпозиции запишется как $((x_1 \oplus x_2 \oplus x_3) \oplus (x_4 \oplus x_5 \oplus x_6) \oplus x_7)$. Пример реализации сумматора представлен на рис. 2.

Примеры сумматоров с минимальной переключающей активностью

| Число входов | Число вентилях | Переключающая активность | Схема |
|--------------|----------------|--------------------------|---|
| 3 | 1 | 1,5 | x_1 |
| 5 | 2 | 4,0 | $x_1 \oplus (x_2)$ |
| 7 | 3 | 6,5 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus x_3)$ |
| 9 | 4 | 9,0 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus x_3 \oplus x_4)$ |
| 11 | 5 | 12,5 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus (x_5) \oplus x_3 \oplus x_4)$ |
| 13 | 6 | 16,0 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus (x_5 \oplus x_6) \oplus x_3 \oplus x_4)$ |
| 15 | 7 | 19,5 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus (x_5 \oplus x_6 \oplus x_7) \oplus x_3 \oplus x_4)$ |
| 17 | 8 | 23,0 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus (x_5 \oplus x_6 \oplus x_7) \oplus x_3 \oplus (x_8) \oplus x_4)$ |
| 19 | 9 | 26,5 | $x_1 \oplus (x_2 \oplus (x_5 \oplus x_6 \oplus x_7) \oplus x_3 \oplus (x_8 \oplus x_9) \oplus x_4)$ |

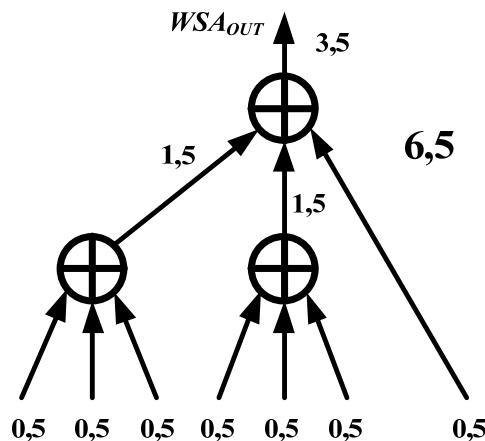


Рис. 2. Пример реализации семивходового сумматора по модулю два на трехвходовых элементах с минимальной переключающей активностью

На рис. 3 представлены графики зависимости минимальной и максимальной переключающей активности от числа используемых вентилях.

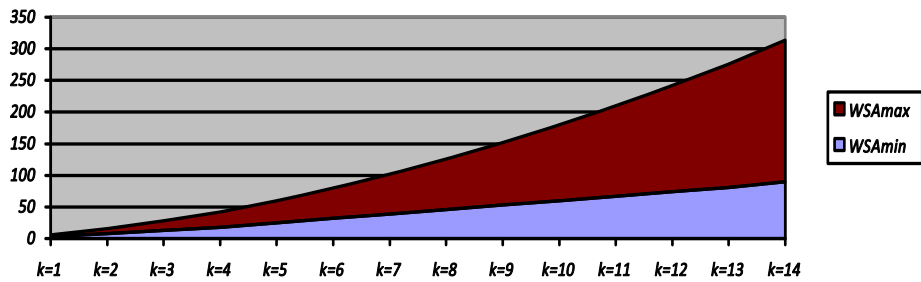


Рис. 3. Сравнение между максимальной и минимальной переключательной активностью

Анализ графика показывает, что уже при $k > 4$ минимальная переключательная активность практически в два раза меньше, чем максимальная.

Литература

1. Roy, K. Low Power CMOS VLSI Circuit Design / K. Roy, S.C. Prasad. – New York : John Wiley and Sons, Inc., 2000. – 376 p.
2. Мурашко, И. А. Встроенное самотестирование. Методы минимизации энергопотребления : монография / И. А. Мурашко, В. Н. Ярмолик. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 339 с.
3. Мурашко, И. А. Анализ энергопотребления многовходового сумматора по модулю два / И. А. Мурашко // Информатика. – 2006. – № 1 (9). – С. 97–103.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Д. Е. Храбров

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

Важнейшим элементом встроенного самотестирования (англ. Built-in Self-test, BIST) является генератор псевдослучайных тестовых воздействий [1]. Самым используемым методом генерации тестовых воздействий максимальной длины является регистр сдвига с линейной обратной связью (англ. Linear feedback shift register, LFSR). Основным достоинством LFSR является его изученность и простота аппаратной реализации, для которой требуется лишь регистр сдвига и многовходовой сумматор по модулю два [2]. Однако использование LFSR не всегда оправдано для схем встроенного самотестирования ввиду сильной корреляции между последовательностями, формируемыми на различных разрядах генератора. Поэтому в последнее время внимание ученых направлено на использование альтернативных методов генерации псевдослучайных последовательностей максимальной длины, также называемых M-последовательностями. В частности, в качестве генераторов M-последовательностей рассматриваются генераторы на клеточных автоматах (КА) [3], [4].

Наиболее полно исследованы клеточные автоматы на основании правил 90 и 150 с нулевыми граничными условиями [5]. Для них созданы таблицы конфигураций, позволяющих формировать M-последовательности [6].

В общем случае клеточный автомат может быть рассмотрен как простая модель пространственно протяженного устройства, состоящего из ряда ячеек. Связи между

ячейками ограничены локальным взаимодействием. Если на крайние ячейки автомата постоянно подается логический ноль, то такие граничные условия называются нулевыми. Если в автомате последняя ячейка связана с первой и наоборот, то такие граничные условия называются циклическими.

В данной работе использован набор правил: 0, 170, 204, 102, 240, 90, 60, 150. Эти восемь правил представляют из себя все вариации одной клетки и двух соседей при использовании только сумматоров по модулю два. Отдельное место в этом наборе занимают правила 0 и 204, так как по сути сводят циклический клеточный автомат к автомату с нулевыми граничными условиями, но меньшей размерности (рис. 1).

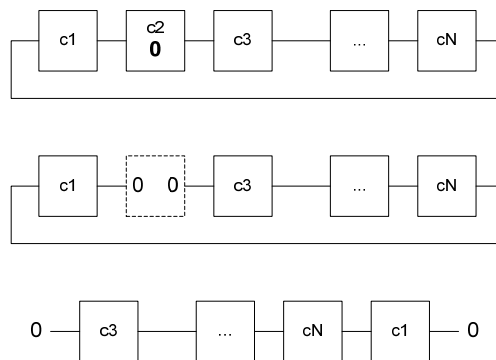


Рис. 1. Использование правила 0 в клеточном автомате с циклическими граничными условиями

В данной работе исследуется проблема классификации наборов правил КА, на которых генератор сможет выдавать последовательность максимальной длины. По рис. 1 видно, что при использовании правила 0 клеточный автомат фактически будет уменьшен на степень (то есть иметь размерность $n-1$), соответственно такой автомат не сможет генерировать последовательность длины 2^n-1 , только $2^{n-1}-1$. Аналогичные результаты получаются для правила 204, которое формирует единичные граничные условия. Как следствие, для рассмотрения остались шесть правил: 170, 102, 240, 90, 60, 150.

При построении генератора на клеточных автоматах могут быть использованы различные комбинации правил, однако далеко не все полученные генераторы смогут выдавать последовательность максимальной длины. В таблице собраны сведения о не инвертированных наборах правил, генераторы на которых могут выдавать последовательность максимальной длины.

Выбор набора правил

| Набор | E | Ошибка в | I | P | A _{sp} | A _{min} | A _{max} | L _{min} | L _{max} | L _{avg} |
|---------------|---|----------------|----|----|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 60,150 | 6 | 4,6,8,10,12,14 | 12 | 12 | 1,5 | 1,13 | 1,8 | 0,3 | 0,85 | 0,57 |
| 90,240 | 6 | 4,6,8,10,12,14 | 12 | 12 | 0,5 | 0,13 | 0,86 | | | |
| 60,240 | 4 | 8,12,13,14 | 11 | 11 | 0,5 | 0,06 | 0,93 | | | |
| 60,90,240 | 0 | – | 6 | 10 | 0,6 | 0,21 | 0,92 | | | |
| 60,90,150 | 0 | – | 6 | 10 | 1,3 | 1,07 | 1,76 | | | |
| 60,150,240 | 0 | – | 9 | 9 | 1 | 0,3 | 1,61 | | | |
| 90,150,240 | 0 | – | 6 | 8 | 1 | 0,23 | 1,61 | | | |
| 60,90,150,240 | 0 | – | 0 | 0 | 1 | 0,38 | 1,61 | | | |

Исследования показали, что примитивные полиномы конкретной степени существуют не для всех пар правил. Например, столбец «Е» отвечает за ошибку (Error) – т. е. если для определенной степени не было найдено ни одного вектора правил на данном наборе и дающего M-последовательность, то такое состояние называется ошибкой. «Ошибка в» показывает, для каких именно степеней нет векторов на данном наборе правил. Столбец «I» – количество не пройденных тестов на неприводимость (Irreducibility). Тест на неприводимость считается не пройденным, если были найдены не все неприводимые характеристические полиномы для данной степени. «P» – количество проваленных тестов на примитивность (Primitiveness). Все примитивные полиномы неприводимы, обратное неверно. Однако тест на неприводимость имеет гораздо меньшую сложность, чем тест на примитивность. Поэтому сначала используется достаточно быстрый тест на неприводимость и в случае его прохождения выполняется тест на примитивность. Столбец «A_{sp}» отвечает за удельные аппаратные затраты, считая что правила в наборе равновероятны. Известно, что аппаратная реализация генераторов на клеточных автоматах выполняется с использованием только триггеров и сумматоров по модулю два. Например, значение «0,5» в столбце «A_{sp}» означает, что удельные аппаратные затраты для данного набора равны пол сумматора по модулю два на разряд. В столбцах «A_{min}» и «A_{max}» приведены минимальные и максимальные аппаратные затраты для генератора на различных конфигурациях правил. Также для аналогии рассмотрим все LFSR тринадцатой степени, генерирующие последовательность максимальной длины. Пример порождающего полинома с минимальными аппаратными затратами для LFSR: $x^{13} + x^4 + x^3 + x + 1$. Аппаратные затраты в этом случае составляют один пятиходовой сумматор по модулю два, который можно представить как 4 двухходовых сумматора, т. е. $LFSR_{min} = L_{min} = 4/13 = 0,3$. В наихудшем с точки зрения аппаратных затрат полиноме содержится 12 членов, т. е. аппаратные затраты составляют 11 двухходовых сумматоров по модулю два: $LFSR_{max} = 11/13 = 0,85$. Можно предположить, что в среднем аппаратные затраты будут равны: $LFSR_{avg} = (LFSR_{max} + LFSR_{min})/2 = 0,58$.

Методика выбора конкретного набора правил для генератора в зависимости от критерия приведена на рис. 2.

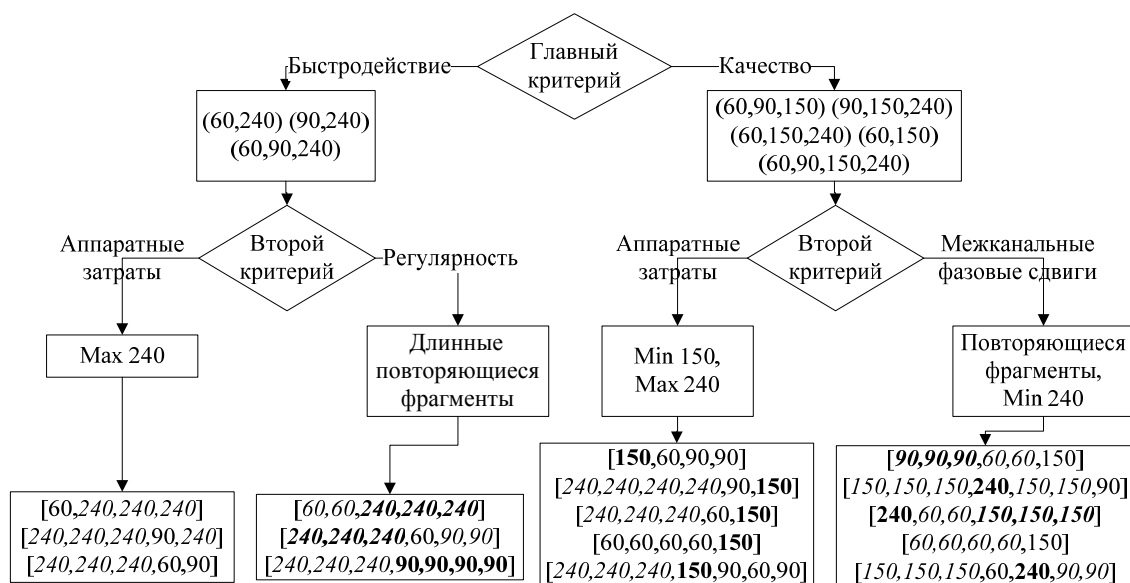


Рис. 2. Схема выбора набора правил

Минимальная реализация может быть выполнена на правилах 240 (0 сумматоров), 60 и 90 (по одному сумматору). Соответственно, генератор на этих правилах содержит максимум один сумматор по модулю два на разряд. В то же время если используется большое количество ячеек с правилом 240, то аппаратные затраты снижаются (см. таблицу). Однако их недостаток заключается в том, что в данном случае фрагменты генератора повторяют работу LFSR. Чтобы улучшить качество, мы можем использовать конфигурации, содержащие правила 60 и 90.

С другой стороны, если главным критерием является качество, то тогда необходимо минимизировать число ячеек с правилом 240 (межканальный сдвиг для этого разряда равен единице). Заметим, что расчет фазовых сдвигов упрощается при регулярной структуре генераторов, т. е. наличии фрагментов с одинаковыми правилами функционирования. Соответственно, можно выбирать конфигурации, включающие правила и 150, и 60, и 240 – можно набирать любую доступную конфигурацию, при этом минимизируя количество ячеек с правилом 240.

В работе исследована проблема проектирования генераторов псевдослучайных тестовых наборов на клеточных автоматах с расширенным набором правил – 0, 170, 204, 102, 240, 90, 60, 150. Рассмотрена проблема выбора наилучшего поднабора из приведенных правил. Выяснено, что генераторы далеко не на всех выборках способны генерировать последовательность максимальной длины. Предложен метод выбора наилучшего набора правил для каждой конкретной ситуации.

Литература

1. Agrawal V., Bushnell M. Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits. Springer, 2000. – P. 712.
2. Golomb, S. W. Shift register sequences / S. W. Golomb // San Francisco: Holden-Day, 1967. – P. 224.
3. Hortensius, P. D. Parallel random number generation for VLSI systems using cellular automata / P. D. Hortensius // IEEE Transactions on Computers. – 1989. – Vol. 38 (10). – P. 1466–1473.
4. del Reya, A. M. Reversibility of linear cellular automata / A. M. del Reya, G. R. Sanchez // Applied Mathematics and Computation. – 2011. – Vol. 217. – P. 8360–8366.
5. Ярмолик, В. Н. Реализация генератора псевдослучайной последовательности на клеточных автоматах / В. Н. Ярмолик, И. А. Мурашко // Автоматика и вычислительная техника. – 1993. – № 3. – С. 9–13.
6. Cattell, K. Minimal cost one-dimensional linear hybrid cellular automata of degree through 500 / K. Cattell, S. Zhang // Journal of Electronic Testing: Theory and Applications. – 1995. – Vol. 6. – P. 255–258.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА WEB-РЕСУРСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Р. В. Дешкович

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

Научный руководитель О. А. Кравченко

Сегодня, когда технологический прогресс шагнул далеко, многие ученые ищут способы автоматизации различных научных процессов. Существует множество вычислительной техники самого разного уровня, которая может выполнять различные задачи, начиная от систематизации данных, полученных в ходе исследований, и заканчивая контролем различных научных процессов.

Уже созданы такие машины, как «Watson 2.0», которая оснащена искусственным интеллектом высокого уровня, позволяющая анализировать большие объемы данных за считанные секунды. Сейчас «Watson 2.0» используется сотрудниками медицины. Он помогает диагностировать, а затем выдавать варианты лечения для пациентов со сложной формой рака. Сейчас ведутся работы по переносу Watson 2.0 на персональные компьютеры и мобильные устройства. Но на сегодняшний день это невозможно, так как это достаточно ресурсоемкая программа, которая расположена на 20 серверах IBM.

В настоящей работе представлена разработка интернет-ресурса, получившего название Fis-assist, что означает «Ассистент в физике», предназначенного для решения типовых задач по физике, рассматриваемых в курсе общей физики для студентов технических специальностей вузов.

Конечной целью ресурса является:

- 1) снижение времени на выполнение всех расчетов при решении задач по физике;
- 2) систематизация собранных теоретических сведений по разным разделам физики;
- 3) уменьшение количества неточностей при расчетах за счет отсутствия человеческого фактора.

На основе поставленных целей были выделены следующие свойства, которыми должен обладать создаваемый ресурс:

1. *Пользовательская доступность.* Для использования ресурса пользователь должен обладать минимальными знаниями персонального компьютера.

2. *Географическая доступность.* Каждый пользователь может пользоваться ресурсом, не зависимо от своего местонахождения.

3. *Динамическое развитие.* Включает в себя регулярный сбор, анализ и систематизацию новых теоретических и практических сведений, а также регулярную разработку и внедрение новых алгоритмов.

Исходя из вышеперечисленных свойств, был разработан интерфейс ресурса. В левой части страницы пользователю предоставляется возможность выбрать раздел физики, по которому нужно решить поставленную задачу, и ввести условие задачи. Условие задачи вводится по определенным правилам с помощью специальных операторов. С правилами ввода условия задачи можно ознакомиться при нажатии на кнопку «Могe». Правая часть окна страниц ресурса предназначена для вывода теоретической информации по выбранному разделу физики.

Интерфейс ресурса построен в соответствии со стандартом Web 2.0 (методикой проектирования Web-страниц), который позволяет получать плавность анимации элементов интерфейса, а также реализовать в правой части страниц ресурса область прокрутки, фиксируя при этом левую часть навигации, без использования уставших фреймов. Использование данного стандарта позволяет увеличить скорость загрузки Web-страницы и уменьшить расход трафика пользователя при использовании ресурса.

Данными для решения задач являются формулы и теоретические сведения. Теоретические сведения представляют собой строки длиной не более 255 символов, содержащие специально размеченные ключевые слова. Ключевые слова бывают двух типов. Первый тип – взаимозаменяемые слова, записанные через тире и без пробелов. Второй тип – слова, записанные через точку и без пробелов. Одним из типов теоретических сведений является справочная информация, которую пользователь сможет прочитать вместе с построенным решением. Для каждого раздела данные распределяются по трем таблицам. В первой таблице записаны формулы, в другой – теоретические сведения с ключевыми словами, в третьей – справочная информация. Создание и ведение базы данных осуществляется в СУБД MySQL.

Построение решения конкретной задачи заключается в следующем:

1. Получение условия задачи в формализованном виде.
2. Анализ условия задачи. Для этого используются регулярные выражения языка PHP. В результате анализа создаются три массива. Первые два являются ассоциативными и хранят значения исходных данных и имена переменных – результатов. В третий массив записывается последовательность слов условия, позволяющая определить подраздел раздела, к которому относится решаемая задача. В результате выбирается алгоритм решения.
3. Выполнение алгоритма построения решения, заключающегося в получении аналитического выражения-результата.
4. Выполнение алгоритма подстановки исходных данных в аналитическое выражение, полученное на предыдущем шаге.

Схема построения решения задачи изображена на рис. 1.

Для получения условия создана форма ввода в клиентской части приложения. При вводе условия пользователь должен использовать специально разработанные маркеры. Некоторые из них представлены в таблице.

| | |
|----------------|---|
| ?W? | Найти значение W (потенциал энергии) |
| (F=) | Получить F (сила) в аналитическом виде |
| (F=0) | Задать значение силы, равной 0 |
| (F=12) | Задать значение силы, равной 12 Н |
| P=число | Модуль числа |
| (F=12CONST) | Число используется как константа для решения задачи. В ходе решения значение не может быть изменено |
| (e^x) | Вычисление e^x |
| (INT(a+b)) | Вычисление неопределенного интеграла |
| (CONV(S=12см)) | Это указание на то, что при построении решения нужно использовать конвертер величин. Внутри скобок пишем переменную со значением и без пробелов маленькими буквами – стандартную запись единицы измерения |

Например, условие задачи о нахождении потенциала энергии взаимодействия двух точечных зарядов при известных расстоянии между этими точечными зарядами и силе Кулона может иметь вид:

Найти потенциал энергии взаимодействия двух точечных зарядов ?W? имея при этом силу Кулона (F=) и расстояние между этими точечными зарядами (R=).

После ввода условие передается классу под условным названием «Анализатор». Данный класс включает в себя все необходимые функции по разбору условия регулярными выражениями и определения данных, используемых для решения задачи.

Условное название алгоритма «Индивидуальный». Для реализации данного решения пришлось доработать «Анализатор». Нужно было научить анализатор не только разбирать условие задачи, но и определять к какому разделу и подразделу физики задача относится. Затем полученные данные передавались следующей функции, которая на основе полученных данных выбирала, какой алгоритм использовать для решения задачи. На сегодняшний день разработано около 20 алгоритмов для решения разного типа задач по физике. Наш анализатор выбирает один из алгоритмов, который впоследствии, оперируя значениями, полученными из условия и используя заранее подготовленные формулы и различные правила (указатели алгоритму, как

действовать в той или иной ситуации) решает задачу в общем виде. Передает условие и решение, построенное в общем виде, вычислительному алгоритму. Вычислительный алгоритм принимает решение, и если нужно выполняет различные вычисления, после чего ответ выводится пользователю на монитор. Визуально это можно представить на схеме, представленной на рис. 1.



Рис. 1. Схема построения решения задачи

Для того, чтобы пользователь знал, как решается та или иная задача, все алгоритмы оснащены определенным набором функций, которые занимаются выводом на экран результатов работы алгоритма, в результате чего пользователь должен получить полное решение задачи.

Таким образом, полностью разработаны: пользовательский интерфейс всего ресурса, алгоритмы универсального способа решения задач со своими составляющими. Ведутся работы по наполнению базы как теоретическим материалом, так и формулами, которые упорядочены по разделам.

ЛОГИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛИ

А. О. Оплачиков

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

Научный руководитель Е. Г. Стародубцев

Электронный бизнес – модель организации, в которой бизнес-процессы, обмен бизнес-информацией и коммерческие транзакции работают с помощью информационных систем. Значительная часть решений использует Интернет-технологии для передачи данных и предоставления Web-сервисов.

Бесплатные сайты объявлений – один из видов электронного бизнеса, они совершили революцию в области рекламы онлайн. Свободные объявления сейчас – один из главных источников дохода в интернет-маркетинге. Содержимое таких сайтов представляет собой набор объявлений коммерческого и/или некоммерческого характера и размещается как на платной, так и на бесплатной основе, в зависимости от конкретного сайта. Электронная доска объявлений, как правило, поделена на несколько тематических разделов, согласно содержанию объявлений. Многие рекламные компании, имеющие бумажные издания и работающие в сфере теле- и радиорекламы, создают и поддерживают также собственные электронные доски объявлений.

Целью работы является разработка универсальной логической и функциональной модели базы данных, которая может быть использована для дальнейшей разработки Web-приложений Интернет-торговли.

Актуальность работы связана с возрастающей тенденцией создания электронных досок для жителей небольших городов и регионов, что объясняется возможностью более выгодного продвижения товара на максимальном количестве интернет-площадок и желанием подавать объявления по месту проживания для конечных пользователей.

На рынке отсутствуют готовые решения для создания сайтов бесплатных объявления расширенной тематики. Неподходящими являются и решения на основе систем управления содержимым типа Drupal и Joomla, так как данные системы не справляются с обработкой больших объемов трафика и высокой посещаемостью – более 1000 человек/сутки, а также не имеют в наличии гибко настраиваемую базу данных.

На рис. 1 представлена обобщенная модель Web-приложения электронной доски объявлений. На сайтах данной тематики существует два вида пользовательских групп: администраторы (модераторы) и собственно пользователи. Функциями пользователей являются: пополнение и просмотр объявлений, фильтрация, сортировка, поиск по словоформам, добавление объявления в избранное, возможность регистрации, отправка жалоб. Функциями администраторов являются: управление статическим содержимым, управление счетчиками объявлений, модерация, просмотр жалоб, управление категориями/подкатегориями, базой объявлений, управлением базой пользователей [1], [2].



Рис. 1. Обобщенная модель web-приложения электронной доски объявлений

Основой сайта интернет-торговли является база данных товаров (объявлений). Каждое объявление относится к определенной категории и тематике, содержит различные идентификаторы и поля: регион; город; страна; идентификатор пользователя, который подал объявление; название объявления и описание; стоимость; контакты; дата создания; ранг объявления; пароль для продления объявления и т. д. Каждое объявление относится к определенному типу. На основе анализа популярных ресурсов (kufar.by, moyareklama.by, kupi.tut.by) были выделены популярные типы объявлений: «Куплю», «Продам», «Сдам», «Обменяю», «Сниму», «Вдар», «Предлагаю работу», «Ищу работу», «Без типа».

Объявления подаются в определенной категории. Было выделено множество категорий, среди которых отдельными таблицами решено было детализировать «Недвижимость», «Работа», «Машины» (рис. 2). Это обусловлено популярностью данных категорий объявлений на аналогичных сайтах, а также возможностью расширенного и многокритериального поиска необходимого объявления для конечного пользователя. Например, указывая категорию «Недвижимость», пользователь может выбрать такие критерии, как «Квартира» или «Дом, Участок, Дача» и в случае выбора квартиры может задать общую площадь, этажность, количество комнат. В случае выбора участка – площадь участка, площадь дома и т. д. Следует отметить, что у администратора данного сайта должна быть предусмотрена возможность добавления, удаления и переименования категорий и подкатегорий всех разделов.

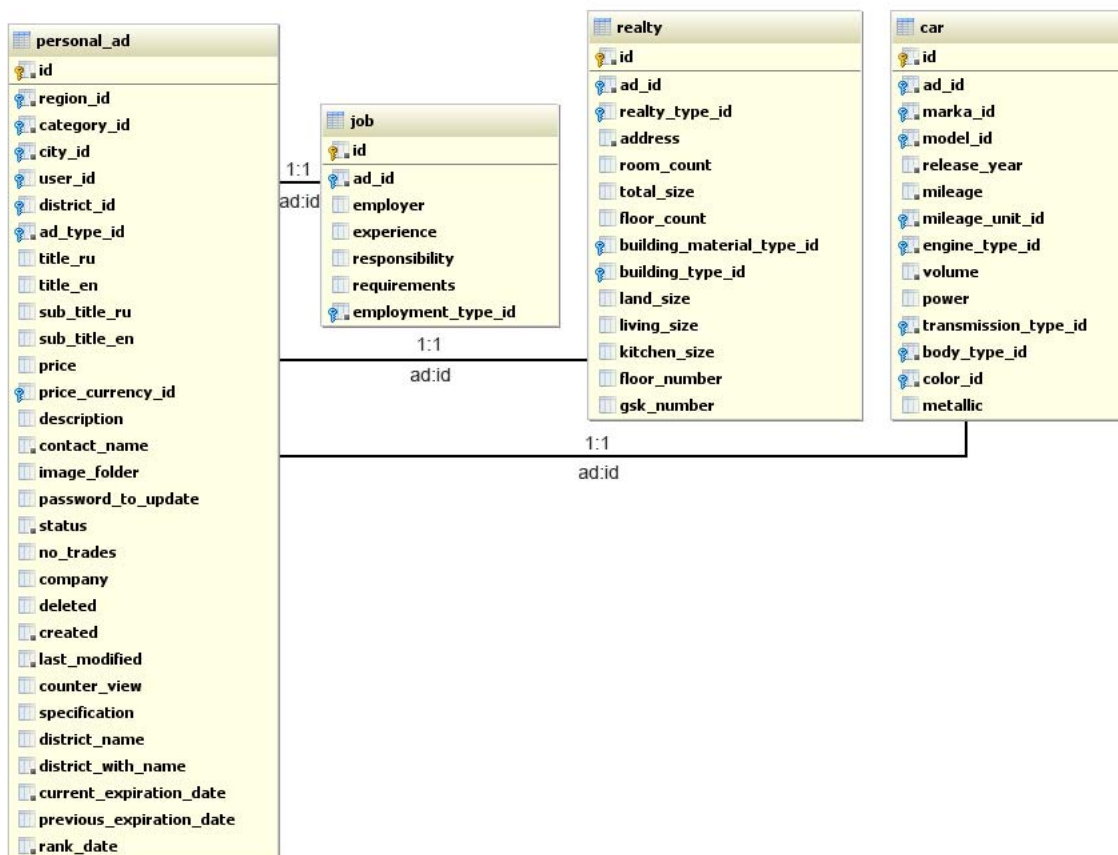


Рис. 2. Таблицы базы данных: «Объявление», «Недвижимость», «Работа», «Машины»

Структура разработанной базы данных является нормализованной. Нормализация базы данных сводит к минимуму количество избыточной информации. База данных исключает дублирование и многократное обслуживание данных, а также появление проблем с целостностью данных, возникающих при повторном вводе одинаковых данных.

В качестве инструментария реализации функциональной модели базы данных была выбрана СУБД MySQL, которая обладает такими несомненными достоинствами: низкая стоимость, простота использования, переносимость и высокая производительность [3].

Среди преимуществ данной модели также можно выделить:

– решение разрабатывается на основе нескольких успешно действующих проектов в сети;

– масштабируемость, для последующего гибкого управления содержимым;

– возможность настройки под определенную специфику конечного пользователя.

Разработанная унифицированная реляционная модель данных, описывающая предметную область электронной коммерции, является гибкой и легко настраиваемой. Данная модель может быть использована для дальнейшей разработки Web-приложения электронной доски объявлений и других приложений Интернет-торговли.

Л и т е р а т у р а

1. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2003. – 1436 с.
2. Кириллов, В. В. Основы проектирования реляционных баз данных. СУБД – Учебные пособие и обзоры : учеб. пособие / В. В. Кириллов. – СПб. : СПбИТМО, 2008. – 85 с.
3. Алексеева, Т. Информационные аналитические системы 2013 / Т. В. Алексеева, Ю. В. Амиди, В. В. Дик. – М. : Синергия, 2013. – 384 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

А. Ю. Литвин

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

Научный руководитель В. И. Токочаков

Режим работы электроэнергетической системы (ЭЭС) может быть установившимся и переходным. Переходные режимы работы возникают в ЭЭС при изменении условий ее работы, которые происходят как при нормальной эксплуатации (включение и отключение отдельных генераторов, нагрузок, ЛЭП и т. д.), так и в аварийных ситуациях (короткое замыкание (КЗ), обрывы проводов, замыкание фазных проводов на землю и др.). Короткие замыкания сопровождаются нарушением первоначального электромагнитного состояния элементов ЭЭС и частоты вращения электрических машин, т. е. процесс характеризуется взаимосвязанными между собой электромагнитными и механическими изменениями. Необходимость количественной оценки электрических величин во время электромеханического переходного процесса возникает в связи с требованиями обеспечения надежной работы отдельных элементов и ЭЭС в целом. КЗ в ЭЭС являются наиболее распространенной причиной возникновения переходных процессов и в то же время наиболее опасными видами повреждений, кото-

рые могут вызывать: значительное снижение напряжения на шинах потребителей и нарушение их нормальной работы, разрушение поврежденного элемента электрической дугой, разрушение оборудования в результате теплового и электродинамического действия тока КЗ, нарушение синхронной работы генераторов в системе.

В данной работе рассматривается моделирование работы синхронных генераторов при КЗ в ЭЭС. Расчет переходного процесса в современной ЭЭС с учетом всех имеющихся факторов чрезвычайно сложен. Поэтому для упрощения задачи вводят ряд допущений. Основные допущения следующие: сохранение симметрии питающих трехфазных источников, линейность всех элементов схемы, пренебрежение токами намагничивания трансформаторов, пренебрежение распределенной емкостью линии, за исключением линий напряжением выше 220 кВ, приближенный учет нагрузок.

При КЗ в системе с несколькими электростанциями и нагрузками, соединенными между собой линиями электропередачи, возникают качания генераторов всех электростанций системы.

Основным методом анализа динамической устойчивости сложных систем является метод численного решения уравнений переходного процесса и, в частности, метод последовательных интервалов. В последнем случае угловые перемещения подсчитываются с помощью формул для генераторов каждой станции в отдельности. Эти вычисления довольно просты, и с этой стороны никаких затруднений не возникает.

Основные трудности заключаются в определении избытков мощности для каждого из генераторов в различные интервалы времени. Отдаваемая каждым генератором мощность в любой момент времени определяется абсолютными значениями и сдвигом фаз ЭДС всех генераторов системы. При возникновении качаний фазы ЭДС генераторов непрерывно изменяются. В связи с этим изменяются и отдаваемые генераторами мощности, а следовательно, и избыточные моменты на их валах.

При расчете методом последовательных интервалов значения углов, определяющих положение роторов всех генераторов системы в конце каждого интервала, вычисляются с помощью указанных выше формул. Зная эти углы, можно найти значение отдаваемой каждым генератором мощности и избыточных моментов, действующих в следующем интервале. Вычисление отдаваемой генераторами активной мощности в зависимости от углов между роторами генераторов, которое приходится проделывать для каждого интервала, и представляет собой наиболее сложную часть расчета. Проще всего активные мощности определяются через собственные и взаимные проводимости ветвей.

Если представить часть ЭЭС в виде системы с тремя генераторами (рис. 1), то активная мощность генераторов выражается в виде формул:

$$\begin{cases} P_1 = E_1^2 y_{11} \sin \alpha_{11} + E_1 E_2 y_{12} \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}) + E_1 E_3 y_{13} \sin(\delta_{13} - \alpha_{13}) \\ P_2 = E_2^2 y_{22} \sin \alpha_{22} + E_1 E_2 y_{21} \sin(\delta_{21} - \alpha_{21}) + E_2 E_3 y_{23} \sin(\delta_{23} - \alpha_{23}) \\ P_3 = E_3^2 y_{33} \sin \alpha_{33} + E_1 E_3 y_{31} \sin(\delta_{31} - \alpha_{31}) + E_2 E_3 y_{23} \sin(\delta_{23} - \alpha_{23}), \end{cases} \quad (1)$$

где $\delta_{ij} = -\delta_{ji}$ – углы расхождения роторов машин; $y_{ij} = y_{ji}$ – модули собственных и взаимных проводимостей генераторов; $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$ – углы смещения комплексных проводимостей от угла 90° ; E_i – модули ЭДС генераторов.

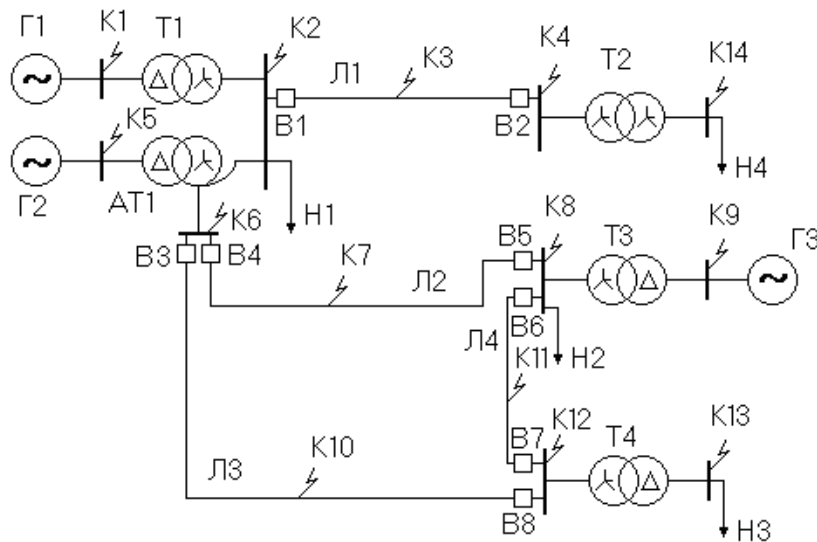


Рис. 1. Расчетная схема ЭЭС с тремя генераторами

Расчет собственных и взаимных проводимостей y_{ij} и углов α_{ij} определяют методом единичных токов или через определение собственных и взаимных сопротивлений между двумя генераторами, приравняв к нулю потенциал всех остальных точек (остальных генераторов, системы и нагрузок).

Относительное движение ротора генератора определяется дифференциальным уравнением второго порядка:

$$T_{j*} \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_{T*} - P_{Г*} = \Delta P, \quad (2)$$

где T_{j*} – электромеханическая постоянная времени генератора, приведенная к базисным условиям, вычисляется по формуле $T_{j*} = T_j \frac{P_{\text{ном}} / \cos \varphi_{\text{ном}}}{S_B}$, с; P_{T*} – мощность турбины, о. е.; $P_{Г*}$ – мощность генератора, о. е.; ΔP – избыток и дефицит мощности на валу генератора, о. е.

Расчет переходного процесса в сложных системах в целом заключается в следующем:

1. Задаться активными и реактивными мощностями каждого генератора в нормальном режиме. Определить распределение потоков мощности в схеме. Проверить баланс активной и реактивной мощностей.

2. Составить схему замещения нормального режима, нагрузки представить постоянными сопротивлениями. Определить ЭДС электростанций и углы между ними при нормальном режиме. Подсчитать собственные и взаимные проводимости для всех станций. Записать характеристики мощности для каждого генератора.

3. Составить схемы замещения обратной и нулевой последовательности для несимметричных КЗ и определить результирующие сопротивления обратной и нулевой последовательности, отнесенные к точке КЗ. Подсчитать собственные и взаимные проводимости для всех станций и записать характеристики мощности для каждого генератора в аварийном режиме.

4. Составить схемы замещения послеаварийного режима. Подсчитать собственные и взаимные проводимости для всех станций и записать характеристики мощности для каждого генератора в послеаварийном режиме.

5. После этого переходят к расчету угловых перемещений. Зная углы расхождения роторов машин в момент КЗ, находят значения отдаваемой машинами мощности.

6. Находят избытки мощности в начале первого интервала $\Delta P_{i(0)}$ каждого генератора.

7. Вычисляют угловые перемещения роторов машин в течение первого интервала $\Delta\delta_{i(1)} = k_i \Delta P_{i(0)} / 2$ каждого генератора, где $k = \frac{360 f \Delta t^2}{T_{j^*}}$ – вспомогательный ко-

эффициент, длительность расчетного интервала Δt принимаем равной 0,01 с, f – частота напряжения в ЭЭС, 50 Гц.

8. Определяют новые значения углов в конце первого интервала $\delta_{i(1)} = \delta_{i(0)} + \Delta\delta_{i(1)}$ каждого генератора.

9. Находят новые значения углов расхождения роторов всех машин $\delta_{ij} = \delta_i - \delta_j$.

10. Вычисляют мощности каждого генератора к началу второго интервала по времени.

11. Находят избытки мощности в начале второго интервала $\Delta P_{i(1)}$ каждого генератора.

12. Вычисляют угловые перемещения роторов всех машин в течение второго интервала $\Delta\delta_{i(2)} = \Delta\delta_{i(1)} + k_i \Delta P_{i(1)}$.

13. Определяют новые значения углов в конце второго интервала $\delta_{i(2)} = \delta_{i(1)} + \Delta\delta_{i(2)}$ каждого генератора.

14. Находят новые значения углов расхождения роторов всех машин.

15. Выполняют п. 10–14 для всех последующих интервалов по времени для аварийного режима.

16. Для интервалов времени послеаварийного режима выполняют п. 5–14.

17. Построить графики изменения углов от времени каждого генератора в случае устойчивой работы ЭЭС и неустойчивой работы.

В результате получаем графики изменения углов $\delta_i(t)$ каждого генератора. По характеру графиков можно сделать вывод о том, выходят ли данные генераторы из синхронизма или остаются в работе.

ВЗРЫВ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

К. С. Карсеко

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

Научный руководитель Н. В. Водополова

Цель данной программы состоит в автоматизации расчета избыточного давления, развиваемого при сгорании газопаровоздушных смесей в помещении. Особенно велика вероятность взрыва ГПВС на объектах нефтехимической и химической промышленности, где хранятся и используются значительные объемы горючих газов (ГГ) и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ). Именно поэтому учет возможности возникновения избыточного давления для таких предприятий наиболее важен.

Избыточное давление Δp , кПа, для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, рассчитывают по формуле

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}},$$

где p_{\max} – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозоудушной или парозоудушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным (при отсутствии данных допускается принимать p_{\max} равным 900 кПа); p_0 – начальное атмосферное давление, кПа (пользователю предоставляется два варианта ввода начального давления – в мм рт. ст. или в кПа); m – масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг; Z – коэффициент участия горючего при сгорании газопарозоудушной смеси, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения; $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³ (в программу вводится общий объем помещения, а далее из расчета, что 20 % объема занимает технологическое оборудование, $V_{\text{св}}$ находится по формуле $V_{\text{св}} = 0,8V$); $\rho_{\text{г,п}}$ – плотность газа или пара при расчетной температуре t_p , кг/м³, вычисляемая по формуле

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367t_p)},$$

где M – молярная масса, кг/моль; V_0 – мольный объем, равный 22,4 м³/кмоль; t_p – расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С; $C_{\text{ст}}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.), вычисляемая по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta},$$

где $\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}}}{4} + \frac{n_{\text{O}}}{2}$ – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания; n_{C} , n_{H} , n_{O} – число атомов С, Н, О в молекуле горючего соответственно.

При отсутствии нужного вида горючего предусмотрена отдельная форма для расчета стехиометрического коэффициента кислорода в реакции сгорания, молярной массы горючего и стехиометрической концентрации газа или пара (Информация о некоторых горючих газах).

Расчет Δp , кПа, для индивидуальных веществ, а также для смесей может быть выполнен по формуле

$$\Delta p = \frac{m H_T p_0 Z}{V_{св} \rho_v C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_n},$$

где m – расчетная масса взвешенной в объеме помещения горючей пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации, кг; H_T – теплота сгорания, Дж/кг; p_0 – начальное атмосферное давление, кПа (пользователю предоставляется два варианта ввода начального давления – в мм рт. ст. или в кПа); Z – доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси. Значение Z рассчитывают вручную по формуле $Z = 0,5 F$, где F – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится взрывобезопасной, т. е. неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для расчета Z допускается принимать $Z = 0,5$; $V_{св}$ – свободный объем помещения, м³ (в программу вводится общий объем помещения, а далее из расчета, что 20 % объема занимает технологическое оборудование, $V_{св}$ находится по формуле $V_{св} = 0,8V$); ρ_v – плотность воздуха при начальной температуре T_0 , кг/м³ (рассчитывается автоматически); C_p – теплоемкость воздуха, Дж/кг · К (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$ Дж/кг · К); T_0 – начальная температура воздуха, К (пользователю предоставляется два варианта ввода начальной температуры воздуха – в К или в °С); K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать K_n равным трем).

Оценить степени разрушения зданий и сооружений объекта и жилого массива можно при нажатии на кнопку «Величины избыточных давлений, вызывающие различные степени разрушения зданий и оборудования».

| Наименование элементов объекта | слабое разрушение, кПа | среднее разрушение, кПа | сильное разрушение, кПа |
|---|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Здание с металлическим или железобетонным каркасом | 20-30 | 30-40 | 40-60 |
| Многоэтажные ж/б здания с большой площадью остекления | 8-20 | 20-40 | 40-90 |
| Тепловые электростанции | 15-25 | 25-35 | 35-45 |
| Многоэтажные кирпичные дома | 8-15 | 15-25 | 25-35 |
| Остекление зданий | 1-1,5 | 1,5-2 | 2,0-3,0 |
| Крановое оборудование | 20-30 | 30-40 | 40-60 |
| Станочное оборудование | 10-20 | 20-60 | 60-70 |
| Контрольно-измерительное оборудование | 5-10 | 10-20 | 20-30 |

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

А. Л. Бердникова, Ю. С. Манжос

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт», Украина*

Научный руководитель И. В. Шостак

Развитие современного общества обеспечивается гармоничным взаимодействием сложных систем (СС), функционирование которых требует управления большим количеством параметров, определяющих состояние системы. Оптимальное управление сложными, например, социально-экономическими, техническими, экологическими сис-

темами часто невозможно без прогнозирования дальнейшей эволюции СС. Удобно прогнозировать состояние СС с помощью численной модели (ЧМ), в большинстве случаев – системы дифференциальных уравнений вместе с начальными значениями вектора состояния. Недостаток такой модели заключается не только в необходимости последующего уточнения констант интегрирования, но и в возможной некорректности самой модели, использованной для прогнозирования развития ситуации. Одно из решений основано на диверсификации модели, т. е. использовании нескольких моделей, построенных с использованием различных принципов.

Известно, что анализ физических размерностей (АФР) позволяет не только создавать аналитические модели (АМ) различных физических процессов и явлений, но и верифицировать численные модели [1]. Совместное использование АМ и верифицированной ЧМ не только повысит достоверность прогноза, но и снизит риски принятия некорректных решений при управлении сложными системами. Это требует разработки информационной технологии (ИТ), рассмотрению которой и посвящена данная работа.

Существующие системы единиц (СЕ) основаны на использовании множества некоторых физических величин, отражающих наиболее общие свойства материи. Например, система СГС использует базис « M – масса (г), L – длина (см), T – время (с)», а МКГСС – базис « F – сила (килограмм-сила), L – длина (метр), T – время (с)». Международная система СИ имеет базис « M – масса (кг), L – длина (метр), T – время (с), I – сила тока (Ампер), θ – температура (Кельвин), N – количество вещества (моль), J – сила света (кандела), угол (радиан), телесный угол (стерадиан). Кроме общепринятых СЕ известны также внесистемные единицы, например, русская система мер, которая была в 1924 г. заменена метрической, и включает аршин, золотник, сажень, пуд и т. п. Английская СЕ: миля, галлон, дюйм, ярд и т. п. Наличие различных систем и внесистемных единиц ставит задачу перевода единиц и обуславливает необходимость контроля согласованности величин, использованных при построении модели.

В каждой из СЕ вся совокупность физических величин разделена на два класса: основных и производных единиц. Основные величины представляют собой базис СЕ, а физическая размерность производных величин выражается через них. При этом размерность производных величин – произведение степеней основных единиц. В СИ сила тока – основная единица, а в СГС – имеет размерностью $L^{3/2} T^{-2} M^{1/2}$. В то же время для температуры в теоретических исследованиях часто используют размерность, совпадающую с размерностью энергии $L^2 T^{-2} M$. Таким образом использование СЕ определяется целями моделирования. Очевидно, что для моделирования социально-экономических систем целесообразно в базис СЕ включить не только денежную единицу, но и «человека», что позволит верифицировать финансово-экономические математические модели. Далее, не зависимо от областимоделирования, величины будем называть физическими, а их размерность – физической размерностью.

В общем случае применение СЕ накладывает на математические выражения ограничения, проверка соблюдения которых позволит верифицировать модель:

- 1) складывать, вычитать, присваивать и сравнивать можно только величины одинаковой размерности;
- 2) перемножать и делить можно величины любой размерности;
- 3) при возведении физической величины в некоторую степень результирующая размерность получается умножением исходной на показатель степени;
- 4) размерность производной равна отношению размерностей дифференцируемой величины и величины, по которой производится дифференцирование;

5) размерность интеграла равна произведению размерностей подынтегральной функции и на размерность дифференциала;

6) если неизвестная размерность выражается функциональной зависимостью, то эта размерность должна определяться размерностями известных величин и операциями, определяющими аналитическую зависимость;

7) аргумент трансцендентной функции должен быть безразмерным;

8) все математические выражения, описывающие одну модель, должны использовать либо стандартную, либо определенную пользователем систему единиц.

Анализ показывает, что все физические размерности вместе с операцией сложения образуют коммутативную аддитивную группу [2]. Элементы множества носителя алгебраической структуры принадлежат декартовому произведению, образованному множествами значений показателей степени основных единиц. Таким образом, размерность представляет собой упорядоченное множество рациональных чисел, каждое из которых соответствует значению показателя степени одной из базовых величин. А само множество имеет бесконечное количество элементов. Расположение элементов в «механическом» базисе-подмножестве СИ показано на рис. 1

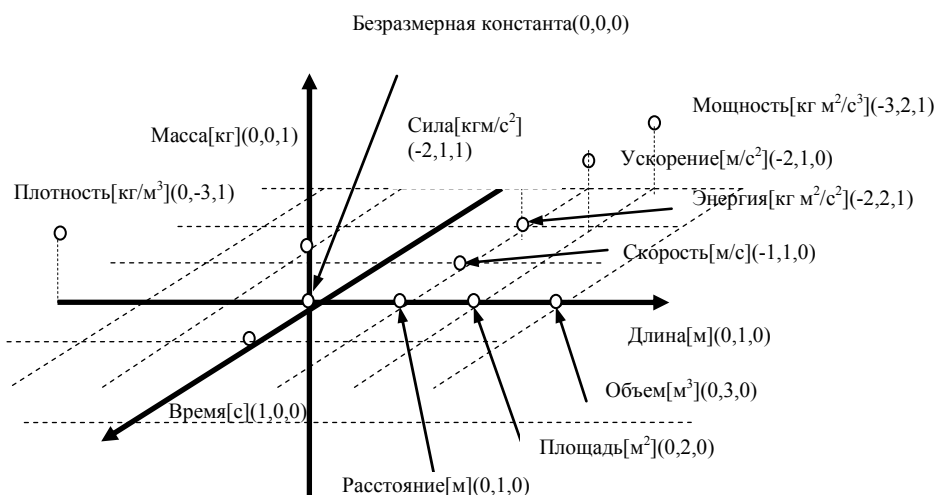


Рис. 1. Структура пространства физических размерностей

Пространство физических размерностей имеет евклидову метрику и является обычным векторным пространством [3]. Использование свойств алгебраической структуры, построенной на множестве физических размерностей, операции сложения и умножения на скаляр, легло в основу разработанных методов, а на их основе информационной технологии верификации математических моделей (ММ) сложных систем.

Математическая модель рассматривается как черный ящик, на вход которого поступает вектор параметров, а выход представляет множество результатов. Знание размерностей параметров и результатов позволяет с использованием П-теоремы и ограничений (1–8) не только решить вопрос о корректности численной модели, но и сгенерировать, пользуясь математическим аппаратом АФР, аналитическую модель. Функциональная декомпозиция ИТ показана на рис. 2.

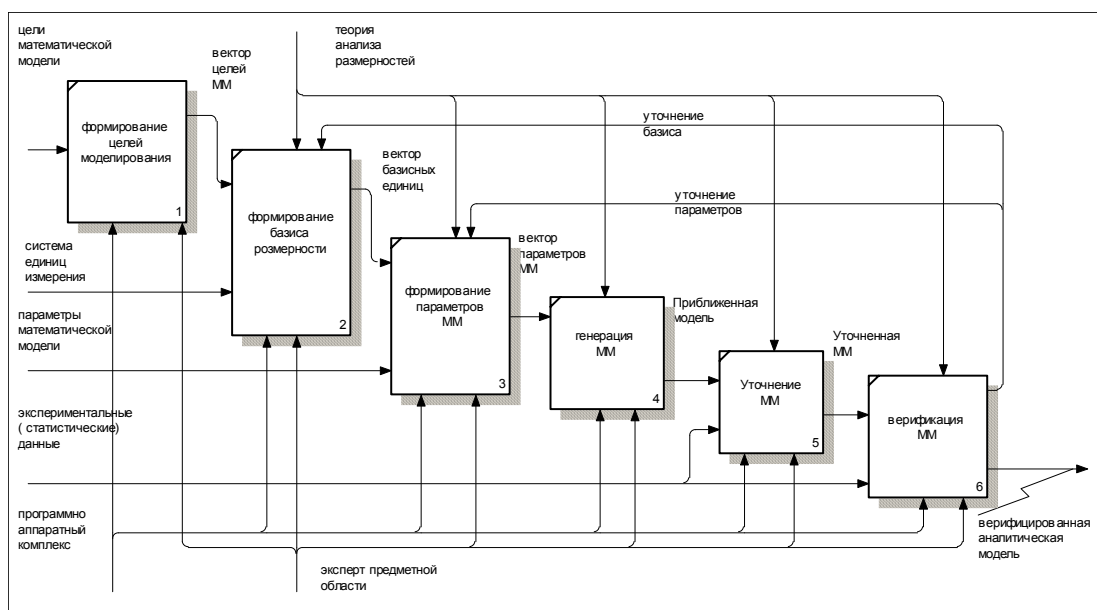


Рис. 2. Функциональная декомпозиция информационной технологии

На первом этапе формируются цели моделирования, множества параметров и результатов. Выбирается наиболее подходящая или создается своя собственная система единиц. Это позволяет сформировать базис размерностей. Далее на основе АФР и базиса размерностей верифицируется вектор параметров модели. Это позволяет применить П-теорему [1] и сгенерировать первое приближение АМ, т. е. сформировать аналитические выражения, описывающие зависимости каждого из результатов АМ от подмножеств входных параметров. Уточнение множества константных множителей АМ осуществляется с использованием экспериментальных (статистических) данных. На данном этапе может потребоваться уточнение подмножества параметров или смена базиса размерностей, т. е. переход на иную систему единиц. На выходе формируется верифицированное множество аналитических зависимостей, пригодных для дальнейшего использования в диверсифицированной технологии моделирования.

Диверсификация моделирования, основанная на совместном использовании численных моделей, представляющих систему алгебро-дифференциальных уравнений и автоматически генерируемых аналитических моделей, позволила сократить сроки разработки адекватных математических моделей, сложных систем, повысила достоверность прогнозного состояния сложной системы и снизила риски принятия некорректных решений в критически важных областях. Это позволило не только поднять уровень функциональной безопасности информационно-управляющих систем, но и избежать развития неблагоприятных сценариев и полностью исключить катастрофические последствия в таких отраслях как энергетика, экология и транспорт.

Литература

1. Сена, Л. А. Единицы физических величин и их размерности / Л. А. Сена. – М. : Наука, 1988. – 309 с.
2. Калужнин, Л. А. Введение в общую алгебру / Л. А. Калужнин. – М. : Наука, 1973. – 448 с.
3. Канторович, Л. В. Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – М. : Наука, 1977. – 744 с.

КОМПЛЕКСНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ УДОБСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВИЗУАЛИЗАТОРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

Ю. А. Кузнецова

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт», Украина*

Научный руководитель И. Б. Туркин

Введение

При разработке программного обеспечения (ПО), реализующего управляющий алгоритм реального времени (УА РВ), основное время уходит на его анализ и отладку. Так, наиболее значимая часть испытаний бортовых систем космических аппаратов, относящихся к классу систем реального времени, проводится в автоматическом режиме, а продолжительность отдельных режимов испытаний составляет часы.

При этом в связи с необходимостью отработки взаимодействия с бортовой аппаратурой при всех возможных ситуациях на борту космического аппарата (в том числе нештатных), трудоемкость разработки, тестирования и верификации управляющего алгоритма составляет, по экспертным оценкам, около 57 % от общей трудоемкости проекта [1].

Сложная иерархическая структура управляющего алгоритма усложняет понимание оператором как структуры УА в целом, так и отдельных его составных частей, что не позволяет ускорить процесс обнаружения и устранения ошибок, которые могут привести к возникновению нештатной ситуации.

Основным направлением решения этой проблемы является использование интерактивной визуализации УА РВ. Универсальным средством представления управляющих алгоритмов являются графы [2]. Поэтому методы визуализации графовых структур представляют собой теоретическую основу методов визуализации управляющих алгоритмов. Чтобы повысить наглядность изображения графа принято руководствоваться эстетическими критериями [3].

Проблемой является то, что невозможно удовлетворить все критерии одновременно из-за их взаимопротиворечивости или из-за сложности алгоритмической реализации. Имеется ряд методов, которые удовлетворяют только отдельным эстетическим критериям в задачах визуализации графов. Однако они не являются универсальными и используются только для рисования статических графов.

Таким образом, необходимость создания специфического метода для комплексного оценивания графического интерфейса (ГИ) визуализатора управляющих алгоритмов объясняется отсутствием универсальных достаточно производительных методов оценки эффективности визуализаторов УА.

Постановка задачи

Цель данной работы состоит в обосновании метода, позволяющего повысить эффективность оценивания удобства использования ГИ визуализаторов управляющих алгоритмов за счет измерения объективных показателей качества интерфейса и дополнительного учета результатов экспертного оценивания.

Метод оценки удобства использования ГИ визуализатора УА

Решение задачи оценивания удобства использования (УИ) с помощью разработанного метода предполагает следующие этапы:

1. Построение экспертами иерархической структуры УИ. Включает разработку метрик структурным методом «сверху-вниз» (IEEE Std. 1061) и содержит следующие уровни:

а) верхний уровень иерархии – показатели УИ. Выбор показателей выполняется на основе сложившихся требований к УИ с использованием отраслевых стандартов, собственной базы исторических данных об УИ, созданных ПП, и информации об ожиданиях пользователей. Устанавливаются приоритеты и связи показателей с требованиями, а также допустимые диапазоны для числовых значений показателей (с помощью менеджеров и/или заказчика);

б) средний уровень иерархии – атрибуты УИ. На этом уровне выполняется декомпозиция показателей УИ в измеряемые атрибуты;

с) нижний уровень иерархии – метрики УИ. Атрибуты УИ декомпозируются в метрики, определяющие меры, которые могут быть непосредственно оценены в числовой форме пользователями при использовании (взаимодействии с) ПП. На основе метрик вычисляются текущие значения атрибутов и показателей верхних уровней иерархии.

2. Вычисления значений атрибутов УИ на основании метрик, значения которых получены на основе оценок пользователей.

3. Построение математической модели оценки УИ, что позволяет, согласно иерархической модели, приводить отдельные значения критериев УИ, полученные на основе оценок пользователей и ранжирований экспертов, к единой числовой оценке. Если обнаружен уровень УИ равный или больше заданного, то формируется отчет, в противном случае необходимо перейти к п. 4.

4. Построение математической модели обеспечения УИ. Математическая модель оценки УИ дополняется функцией трудоемкости изменения показателей удобства использования, тем самым получается модель обеспечения установленного (заданного) уровня УИ оптимальным образом.

5. Формирование оптимального варианта обеспечения заданного уровня УИ. Результатом будет набор показателей, требующих улучшения (с учетом величины изменения каждого показателя). Для определения влияния изменяемых показателей на УИ предлагается установить наличие и форму связи между парами рассматриваемых показателей [4].

6. Внедрение полученного варианта изменений показателей и контроль достижения установленного (заданного) уровня УИ на следующей итерации, при необходимости – корректировка моделей.

Этап 1 соответствует процессу планирования удобства использования, на выходе которого получается иерархия критериев УИ для конкретного ПП. Этапы 2–3 касаются процесса контроля УИ, в частности оценивания. Результаты такого оценивания влияют на процесс обеспечения УИ – этапы 4–5. Этапы 5–6, связанные с управлением изменениями (установление зависимостей между показателями УИ) и контролем результатов внедрения изменений.

Итерационную оценку УИ при применении метода в итерационных методологиях создания программных продуктов (ПП) следует понимать как такую, которая проводится на каждой итерации, т. е. в завершеном цикле создания, который приводит к выпуску продукта или его новой версии [5].

Для неитерационных методологий разработки ПП итерационность оценки УИ означает ее повторяемость в процессе управления. Полученные рекомендации относительно варианта изменений показателей УИ необходимо внедрять начиная с этапа проектирования, на котором основным результатом является описание базовой архитектуры ПП. Свойства УИ связаны с архитектурой ПП и могут быть рассмотрены при применении разработанного метода в рамках концепции паттернов УИ. Эффективность использования тех или иных паттернов УИ и их перечень зависят от

особенностей ПП и должны определяться специалистами в конкретных условиях создания ПП. Уточнение архитектуры и ее компонентов, кроме воздействия на рабочие продукты следующих этапов жизненного цикла (ЖЦ) ПП, могут привести к необходимости переопределения требований, т. е. внесение изменений на начальном этапе ЖЦ.

Принципиальная особенность данного метода заключается в том, что в нем предусматривается не только оценивание, но и управление УИ в процессе разработки ПП. Последнее достигается путем автоматизированного построения варианта обеспечения заданного (установленного) уровня УИ на следующей итерации оптимальным образом на основе математических моделей оценки и обеспечения УИ, ориентированных на использование отзывов пользователей. Под вариантом обеспечения УИ подразумевается одна из возможных реализаций изменения показателей УИ, при которой получается заданный разработчиком уровень УИ.

Заключение

1. Научная новизна полученных результатов заключается в том, что получили дальнейшее развитие методы оценивания ГИ визуализатора управляющих алгоритмов за счет измерения объективных показателей качества интерфейса и дополнительного учета экспертной оценки, что позволяет повысить итоговую точность оценивания.

2. Практическое значение полученных результатов: метод комплексного оценивания ГИ, реализующие его алгоритмы, и модель удобства использования могут быть использованы при оценивании ГИ программных продуктов. Например, оценка человеко-машинных интерфейсов в системах визуализации графов.

Перспективой настоящей работы является дальнейшее развитие математических моделей комплексного оценивания ГИ визуализаторов управляющих алгоритмов, а также разработка программного продукта, позволяющего оценить качество интерфейса с учетом существующих международных стандартов качества программного обеспечения. ПП также дает возможность оценить субъективную удовлетворенность пользователей при взаимодействии с визуализатором управляющих алгоритмов на основе международных стандартов оценки удобства использования ПП. Графический интерфейс визуализатора управляющих алгоритмов разрабатывался с учетом современных подходов проектирования: Activity-centered design, Contextual Design, Empathic Design, Goal-Directed Design, Participatory Design, Sociable Design, Task-Centered Design, Usage-Centered Design, User-Centered Design, User Experience Design [6].

Литература

1. Тюгашев, А. А. Синтез и верификация управляющих алгоритмов реального времени для бортовых вычислительных систем космических аппаратов : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.13.12 / А. А. Тюгашев ; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Самара, 2007. – 32 с.
2. Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов / В. В. Кульба [и др.]. – М. : Наука, 2006. – 579 с.
3. Алексеенко, Е. А. Оценка качества пользовательского интерфейса / Е. А. Алексеенко, Е. В. Гавриленко // Управляющие системы и машины. – 2000. – 42 с.
4. Магазаник, В. Д. Человеко-компьютерное взаимодействие : учеб. для вузов / В. Д. Магазаник. – СПб. : Логос, 2007. – 270 с.
5. Мунипов, В. М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды : учеб. для вузов / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
6. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем : пер. с англ. / Д. Раскин. – СПб. : Символ-Плюс, 2003. – 272 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРСАЙТ

М. А. Данова

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт», Украина*

Научный руководитель И. В. Шостак

Введение

В настоящее время в большинстве передовых стран мира периодически формируются специальные программы, определяющие приоритетные области развития науки и техники [1]–[3]. Методы, используемые в процессе разработки этих программ, получили обобщающее название Форсайт, от английского Foresight – «предвидение», и к настоящему моменту зарекомендовали себя как наиболее эффективный инструмент выбора приоритетов в сфере науки и технологий. На основе Форсайта разрабатываются средне- и долгосрочные, на 5–30 лет, стратегии развития экономики, науки, технологий, нацеленные на повышение конкурентоспособности и максимально эффективного развития социально-экономической сферы. Этот подход применяется не только на уровне страны в целом, но и при прогнозировании развития отдельных отраслей экономики и регионов [1]–[3].

Как правило, в каждом из Форсайт-проектов применяется комбинация различных методов, при этом для учета всех возможных вариантов и для получения полной картины привлекается значительное число экспертов. В процессе выбора применяются различные критерии для определения наиболее предпочтительных вариантов.

На сегодня значительное количество работ посвящено исследованию теоретических и практических аспектов применения Форсайт-технологии. Среди украинских и зарубежных ученых наиболее известными в данной области являются: Б. А. Малицкий, О. С. Попович, В. М. Глушков, Г. М. Добров, В. С. Михалевич, М. З. Згуровский, В. Г. Зинов, Н. В. Гапоненко, Ю. П. Воронов, Н. Я. Колюжнова, И. Р. Куклина, В. П. Третьяк, М. Бен, П. Беккер, К. Дайхем, М. Кинэн и др. В работах этих авторов обсуждаются общетеоретические и практические вопросы применения Форсайт-технологии для средне- и долгосрочного прогнозирования развития сложных административно-хозяйственных объектов.

Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что существует необходимость дальнейшего исследования проблемы, связанной с автоматизацией Форсайт-технологии.

Цель данной статьи состоит в описании подхода к частичной автоматизации наиболее затратного и трудоемкого этапа Форсайт-технологии при прогнозировании научно-технического развития (НТР) региона, такого как оценка и уточнение перечня приоритетов НТР развития региона.

Постановка задачи

Исходными данными для прогнозирования НТР региона являются обязательные этапы методики прогнозно-аналитических исследований на основе Форсайт-технологии, проводимой в Украине. К этим этапам относятся: формирование группы экспертов; составление первоначального списка тематических направлений и выбор системы критериев для их оценки; оценка первоначального списка тематических направлений экспертами по выбранной системе критериев; формирование обоснованного перечня тематических направлений с учетом результатов оценки.

Необходимо получить систему обоснованных приоритетов НТР региона, используя в качестве методической основы метод критических технологий, входящий

в состав Форсайт-технологии, метод построения иерархических моделей, а также метод многокритериального ранжирования альтернатив.

Результатом решения задачи является создание подхода к частичной автоматизации процесса прогнозирования НТР региона, для обеспечения компьютерной поддержки этапа «оценка и уточнение перечня» в украинских Форсайт-проектах, что в общем случае приведет к повышению эффективности в аспекте точности прогнозных оценок.

Характерные особенности Форсайт-проекта в Украине

В течение 2004—2006 гг. по решению Кабинета Министров Украины выполнялась Государственная программа прогнозирования научно-технологического и инновационного развития [4]. Методика проведения предусмотренных Государственной программой прогнозно-аналитических исследований [3], разработанная украинскими учеными (Б. А. Малицким, О. С. Поповичем, В. П. Соловьевым) и основанную на комбинации методов Форсайт-технологии, состоит из следующих этапов:

1) первый из этапов предполагает решение задачи выбора экспертов, которые будут участвовать в прогнозно-аналитическом исследовании. При формировании группы экспертов используется метод «снежного кома». Исходными данными данного этапа является перечень целей НТР объекта прогнозирования, а результатом (выходные данные) – база данных экспертов;

2) на втором этапе при помощи экспертных опросов, библиометрического и патентного анализа, а также «эталонного анализа» (сравнение с другими странами или регионами) происходит формирование предварительного перечня тематических направлений и системы критериев их оценки относительно главных целей НТР объекта прогнозирования. Входными данными будут являться результаты первого этапа (база данных клиентов), а выходными – перечень тематических направлений и критерии для их оценки;

3) на третьем этапе экспертам необходимо оценить полученные тематические направления по заданным критериям (входные данные). Данная процедура осуществляется при помощи метода Дельфи, предполагающего опрос (анкетирование) экспертов и организации обратной связи (через проведение трех туров опроса). Результаты исследования (выходные данные) включают сводные оценки по каждой теме, а также аналитические обзоры по тематическим направлениям;

4) заключительный этап представляет собой согласование и утверждение полученных на предыдущем этапе перечней тематических направлений.

Среди описанных выше этапов украинского Форсайт-проекта наиболее трудноавтоматизируемым является третий, поскольку применяемые процедуры и методы плохоформализованы и основаны на использовании экспертной информации, что в свою очередь затрудняет процесс их алгоритмизации.

Подход к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона

Приведенное выше описание основных этапов украинского Форсайт-проекта позволяет утверждать, что наиболее критичным в аспекте автоматизации является этап «Оценка и уточнение перечней», что влечет за собой разработку специализированных моделей и методов их реализации. Исходными данными для выбора приоритетных направлений являются перечни целей и тематических направлений НТР объекта прогнозирования, а также система критериев их оценки. Указанные данные должны быть представлены экспертами в виде многоуровневой структуры. Компьютеризация же описанного этапа должна строиться на основе многоуровневой иерархической модели, которая включает в себя все данные согласно их статуса. Для организации машинной обработки необходим метод анализа многоуровневой структуры, который позволит проранжировать тематические направления относительно главных целей по заданным критериям.

Изложенное выше создает определенную необходимость в создании *подхода к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона*, который заключается в следующем:

1. Формирование многоуровневой иерархической модели выбора тематических направлений НТР региона с использованием метода структурной декомпозиции рассматриваемой задачи («сверху вниз»).

1.1. Определение экспертами фокус-группы цели и альтернативных решений (исходного перечня тематических направлений НТР региона) на этапе «Формирование исходного перечня тематических направлений».

1.2. Определение критериев оценки достижения альтернативами (тематическими направлениями) главной цели (формируются фокус-группой путем анализа опросных анкет).

1.3. Формирование многоуровневой иерархической модели выбора тематических направлений НТР региона.

2. Оценка и уточнение экспертами перечня тематических направлений НТР региона при помощи метода многокритериального выбора приоритетов.

2.1. Оценка тематических направлений по заданным критериям при помощи метода попарных сравнений.

2.2. Ранжирование тематических направлений с использованием метода многокритериального выбора приоритетов.

2.3. Оценка экспертами фокус-группы результатов 1 тура опроса и формирование на их основе новой многоуровневой иерархической модели с уточненными данными о тематических направлениях относительно главной цели.

3. Отправка в высшую инстанцию уточненных тематических направлений НТР региона.

Заключение

1. Проведен анализ публикаций, посвященных состоянию проблемы компьютеризации процесса прогнозирования НТР сложных организационно-технических объектов на основе Форсайт-технологии.

2. Проанализированы особенности адаптации Форсайт-технологии для ее реализации в Украине.

3. Изложен подход к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона Украины.

Полученные результаты служат методической основой для создания системы комплексной автоматизации процесса прогнозирования НТР сложных организационно-технических объектов.

Литература

1. Loveridge, D. United Kingdom Foresight Programme / D. Loveridge, L. Georghiou, M. Neveda PREST. – University of Manchester, 2001. – 200 p.
2. Об утверждении плана мероприятий по реализации основ политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу : распоряжение Правительства Рос. Федерации от 7 февр. 2006 г. № 156 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2003. – № 30. – С. 150.
3. Маліцький, Б. А. Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України / Б. А. Маліцький, О. С. Попович, В. П. Соловйов. – К. : Фенікс, 2004. – 52 с.
4. Про затвердження Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004–2006 роки : постанова Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 року № 1086.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ПРОЦЕССИНГА НЕФТЕПРОДУКТОВ

А. В. Гриневич

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

Научный руководитель Т. А. Трохова

В настоящее время появилась необходимость обеспечения контроля и учета движения нефтепродуктов: от добычи нефти, ее транспортировки, переработки и реализации товарных нефтепродуктов потребителям. При этом значительно возрастает важность в проведении достоверного учета движения нефтепродуктов на нефтебазе на операциях приема, хранения и отпуска. Это связано еще и с тем, что нефтебазы часто связаны на границах поступления и отпуска нефтепродуктов не только с самостоятельными дочерними предприятиями, входящими в структуру нефтяной компании, но и с предприятиями других компаний, осуществляющих реализацию нефтепродуктов.

Среди существующих систем автоматизации нефтеперерабатывающего комплекса можно выделить разработки следующих фирм:

- ОДО «ЮКОЛА-ИНФО»;
- НПФ «Круг»;
- «ЭлеСи»;
- ООО «Технотрейд».

Так, в системе, разработанной компанией «ЭлеСи», реализован мониторинг и управление объектами нефтеперерабатывающего завода. Система обеспечивает управление следующими объектами:

- печи подогрева нефти;
- ректификационные колонны и теплообменники;
- технологическая насосная станция;
- другое технологическое оборудование.

Но в данной системе отсутствует компонент, автоматизирующий полный учет нефти и нефтепродуктов, в частности, не реализован учет количества сырья, учет химических реагентов и учет количество готовых нефтепродуктов.

А в системах ОДО «ЮКОЛА-ИНФО» и ООО «Технотрейд», наоборот, присутствуют задачи учета:

- учет наличия и движения нефтепродуктов;
- учет получаемых нефтепродуктов;
- учет заявок на отгрузку нефтепродуктов.

Но эти системы не отражают процесс переработки нефти, а следовательно, не ведут учета сырой нефти.

Именно поэтому возникла необходимость разработки системы, которая позволит проводить учет процесса переработки нефти и отгрузки нефтепродуктов в автоматизированном режиме.

Для разработки программного комплекса учета процессинга нефтепродуктов было проведено предпроектное исследование и анализ предметной области, включающие такие процессы, как: изучение нормативно-справочной информации; определение функций, выполняемых подразделениями предприятия; изучение принципов заполнения актов и накладных; изучение принятых форм документов.

На основании изученных данных разработана функциональная модель, включающая 4 подсистемы:

- подсистема «Склад сырья»;
- подсистема «Склад готовой продукции»;
- подсистема «Процессинг»;
- подсистема «Отгрузка».

Подсистема «Склад сырья» реализует функции автоматизации учета приема сырой нефти и учет количества нефти на складе.

Подсистема «Процессинг» ведет автоматизированный мониторинг процесса переработки, выполняет анализ отклонений от норм выхода нефтепродукта, а также следит за выполнением заявок на переработку.

Подсистема «Склад готовой продукции» реализует функции учета приема нефтепродуктов и расчет их остатков на складе.

Подсистема «Отгрузка» производит автоматизированное оформление транспортных накладных и мониторинг выполнением заявок на отгрузку.

Информационное обеспечение системы включает в себя справочные и оперативные таблицы баз данных (БД), состав которых приведен ниже.

Справочники объединяют в себе следующие таблицы:

- виды операций;
- виды нефтепродуктов;
- виды нефти;
- организации (потребители);
- предприятия переработчики;
- схемы переработки;
- процент выхода.

Оперативные таблицы объединяют в себе следующие таблицы:

- акты приемки;
- акты процессинга;
- движение нефти;
- движение нефтепродуктов;
- заявки на отгрузку;
- заявки на процессинг;
- отгрузка.

Справочники «Вид операции», «Вид нефтепродуктов», «Вид нефти» и «Предприятия переработчики» имеют одинаковую структуру и состоят всего из двух полей: код и наименование.

Справочник «Организации» отличается от предыдущих только наличием еще одного поля, содержащего информацию об адресе организации. Справочник «Схемы переработки» состоит из трех полей: код, код предприятия, код вида нефти. Справочник «Процент выхода» отражает долю нефтепродукта в сырой нефти.

Таблица БД «Акт приемки» содержит сведения о дате и количестве поступившей нефти на склад сырья. Таблица БД «Акт процессинга» содержит сведения о дате переработки, количестве переработанной нефти и количестве полученных нефтепродуктов. Таблицы БД «Движение нефти» и «Движение нефтепродуктов» отражают сведения о дате и операции, проводимой над нефтью и нефтепродуктами, соответственно, с указанием количества. Таблица БД «Заявки на отгрузку» содержит данные об организации (потребителе нефтепродуктов), виде и количестве нефтепродукта. Таблица БД «Заявки на процессинг» содержит информацию о количестве нефти и схеме переработки. Таблица БД «Отгрузка» содержит сведения о дате отгрузке, количестве нефтепродукта.

Программное обеспечение системы автоматизации учета процессинга нефтепродуктов состоит из клиентского и серверного приложений. Клиентское приложение представлено веб-сайтом, с помощью которого можно подать заявки на отгрузку нефтепродуктов и на переработку сырой нефти. Серверное приложение реализует следующие функции: ведение справочной информации; просмотр сведений о заявках; просмотр сведений о приемке нефти; просмотр сведений об отгрузке.

На рис. 1 приведен интерфейс клиентского приложения.

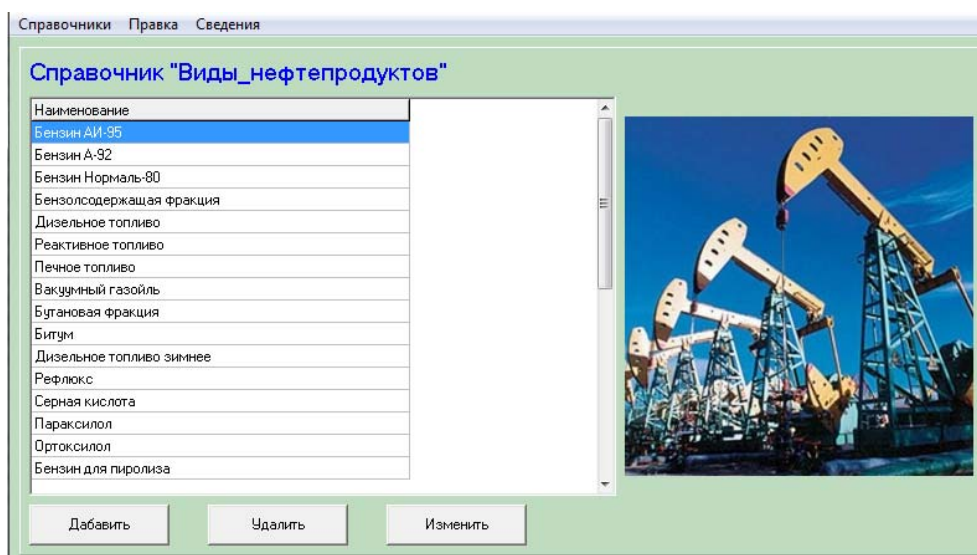


Рис. 1. Интерфейс клиентского приложения

Разработанная система автоматизации процессинга нефтепродуктов позволяет не только вести мониторинг, но и выполнять учетные операции: учет заявок, учет количества сырой нефти и учет количества отгруженных нефтепродуктов. При дальнейшем развитии системы в клиентское приложение планируется добавить возможность просмотра выполнения заявок, а в серверное приложение – новые учетные операции. Внедрение системы позволит сократить время на ведение оперативного учета и мониторинга процессинга и отгрузки нефтепродуктов, улучшить качество подготовки документации и избежать ошибок в принятии решений на предприятиях нефтепереработки.

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНО-ОТЛАДОЧНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ICPDASPCI-1602

В. П. Кострицкий

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

Научный руководитель В. С. Захаренко

Целью данной работы является создание программно-аппаратного комплекса, способного производить анализ динамики с возможностью обмена данными с реальными устройствами с помощью многофункциональной платы аналогового и дискретного ввода-вывода ICPDASPCI-1602. Произведя анализ аналогичных программных продуктов, были определены основные требования, предъявляемые к программе:

1. Графический редактор схемы модели.
2. Автоматическая разводка линий связи на схеме.
3. Адекватный результат при использовании производной.
4. Гибкий алгоритм дробления шага при «переходе через нуль» с корректировкой значений переменных.
5. Ограничение должно являться свойством переменной.
6. Поддержка расширяемости.

Разработка программного обеспечения ведется на языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2010. При разработке были использованы следующие технологии:

1. Windows Presentation Foundation (WPF) – система для построения визуальной части приложения. Для отображения содержимого используется векторная система визуализации, не зависящая от разрешения, и использующая DirectX, которая задействует графический ускоритель.

2. Параллельное программирование – технология, позволяющая использовать преимущества многоядерных ЦП.

3. Management Extensibility Framework (MEF) – технология, реализующая поддержку дополнительных компонентов или расширений для разрабатываемой программы.

Исходя из требований, предъявляемых к программе, была разработана объектная модель ядра программы, основные классы которой представлены на рис. 1.

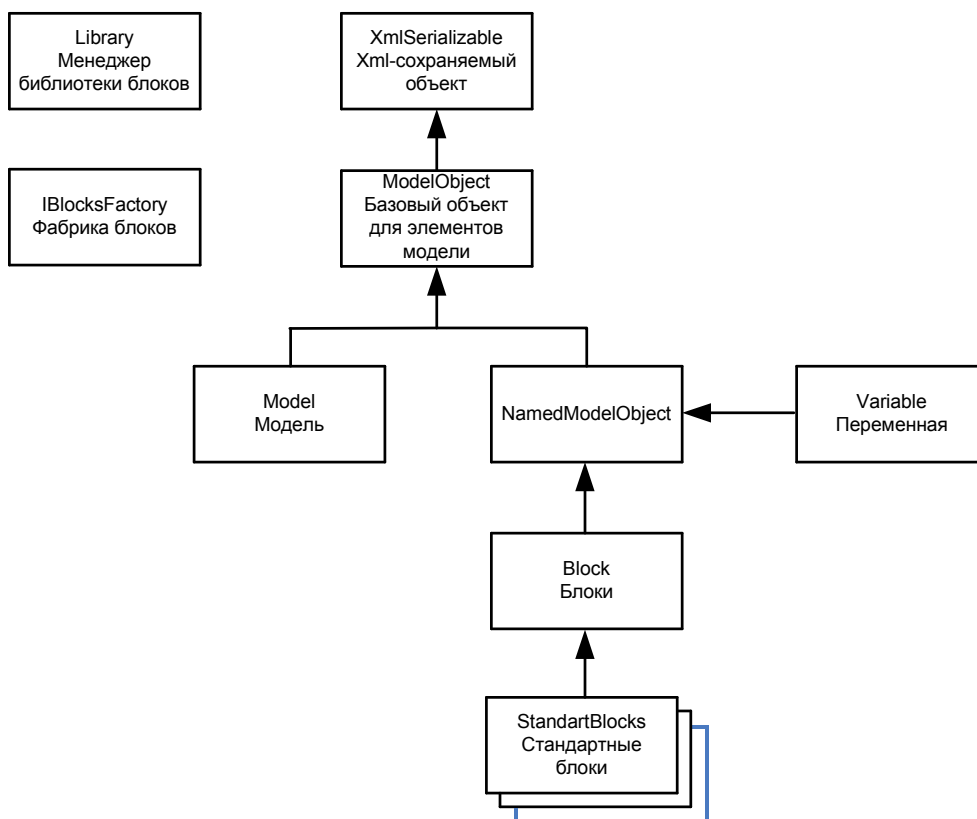


Рис. 1. Основные классы объектной модели ядра программы

Для поддержки сохранения модели были предусмотрены методы, отвечающие за сохранение и чтение из файла в формате XML. За это отвечает абстрактный класс XMLSerializeble. Переменные и блоки имеют общие свойства и сходное поведение: список элементов, подключаемых ко входам и выходам, работа с буфером для хранения значений, перемещение и запись значений в буфере и др. Это поведение реализовано в классе ModelObject. Такие объекты, как переменные и блоки имеют общий обязательный параметр как имя. Для реализации этого параметра у обоих объектов используется класс NamedModelObject. Для представления модели предусмотрен отдельный класс Model. Данный класс хранит все блоки, переменные и их расположение на схеме. Также предоставляет методы для организации расчета динамических процессов. Для представления в системе моделирования блоков создан класс Block. Он содержит в себе входные и выходные переменные блока. Также содержит название типа блока, имя самого блока. Переменные в данной системе моделирования представлены классом Variable. Этот класс реализует свойства ограничения значения переменной. Также содержит буфер значений переменной, который хранит результаты промежуточных и окончательных расчетов. Аналогично классу Block содержит ссылки на связанные с этой переменной блоки. Класс Library отвечает за библиотеку блоков за счет реализации интерфейса IBlockFactory. Он создает по запросу экземпляр блока запрашиваемого типа. Ряд блоков, таких как интегратор, дифференциатор, апериодическое звено и т. д., реализованы в ядре программы и включены в библиотеку StandartBlocks.

Для реализации взаимодействия с многофункциональной платой аналогового и дискретного ввода-вывода ICPDASPCI-1602 был реализован блок P1602. Данный класс обеспечивает активацию платы перед расчетом, ее опрос во время расчета и отключение после окончания расчета.

Был произведен эксперимент для проверки работоспособности программно-аппаратного комплекса. Для этого был произведен анализ схемы, представленной на рис. 2.

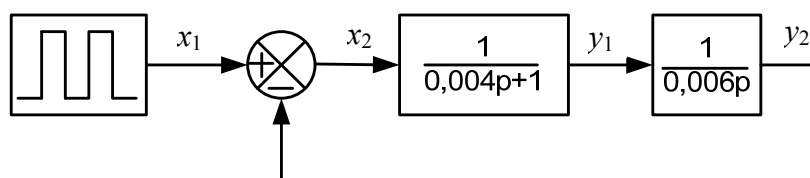


Рис. 2. Структурная схема тестовой модели

Для эксперимента использовалось следующее оборудование: компьютер с платой ICP DAS PCI-1602, плата клеммников ICP DAS DB-1825, генератора сигналов сложной формы Белвар Г6-45/1, осциллограф Инфотон С8-46/3. В качестве источника был выбран сигнал прямоугольной формы частотой 1 кГц, поданный с генератора на аналоговый вход платы ввода-вывода. В результате работы программы были получены диаграммы сигналов x_1 и y_2 , представленные на рис. 3.

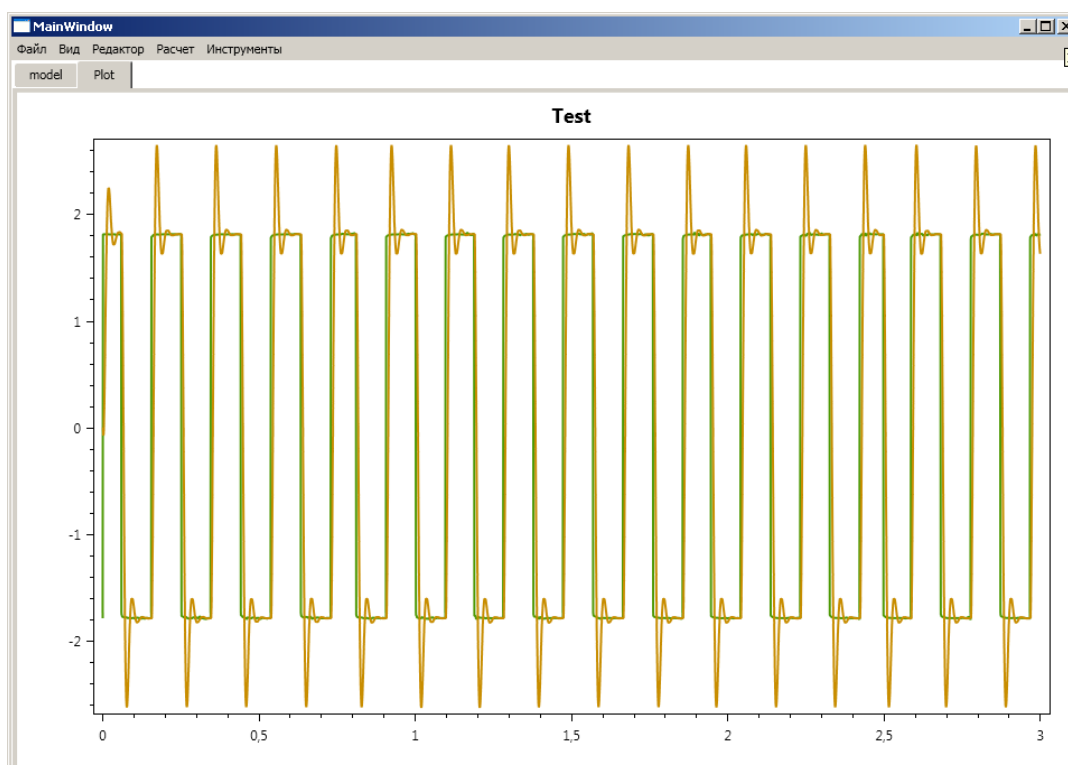


Рис. 3. Диаграммы сигналов x_1 и y_2

Анализ полученных результатов свидетельствует о правильности выполняемых программой расчетов и несоответствии «модельного» времени реальному. В связи с этим при дальнейшей разработке программы становится актуальной задача реализации вычислений в режиме реального времени. Реализация режима реального времени позволит комплексу производить отладку оборудования непосредственно во время его работы.

Секция X
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ
И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

А. Л. Трофименков, А. Н. Якубицкий, В. С. Калютчик

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск

Научный руководитель В. И. Кардаков

С появлением новой техники необходимо разрабатывать современные подходы к ее ремонту. Существуют различные пути улучшения восстанавливаемости систем [1]: совершенствование методов обнаружения отказов в аппаратуре; внедрение автоматических устройств поиска отказов в радиотехнических комплексах и применение автоматизированной контрольно-измерительной аппаратуры; внедрение усовершенствований техники, обеспечивающих улучшение ремонтпригодности аппаратуры, и т. д.

Применение ПЛИС в современных системах позволяет улучшить восстанавливаемость аппаратуры за счет способности ее к реконфигурированию. Возникающие в процессе работы отказы ПЛИС по причине выхода из строя ее ячеек могут быть устранены путем применения алгоритмов перераспределения конфигурационного файла и трассирующих линий связи, позволяющих избежать использования отказавших ячеек [2]. Для восстановления работоспособности ПЛИС существуют различные алгоритмы реконфигурирования.

Способ 1. Основан на использовании среды автоматизированного программирования (САПР), с помощью которой осуществляется простая замена дефектных ячеек исправными. Недостаток данного способа заключается в том, что не всегда находится вариант замены для любого произвольного расположения дефектных ячеек в ПЛИС при наличии резервных ячеек.

Способ 2. Основан на введении специальных шин, позволяющих заменить в ПЛИС отказавшие ячейки резервными. После локализации отказавших ячеек с помощью лазера перерезаются линии связи с ними и замыкаются линии связи с резервными ячейками (рис. 1). Такой метод является дорогостоящим и реализуется только на заводе-изготовителе ПЛИС [3].

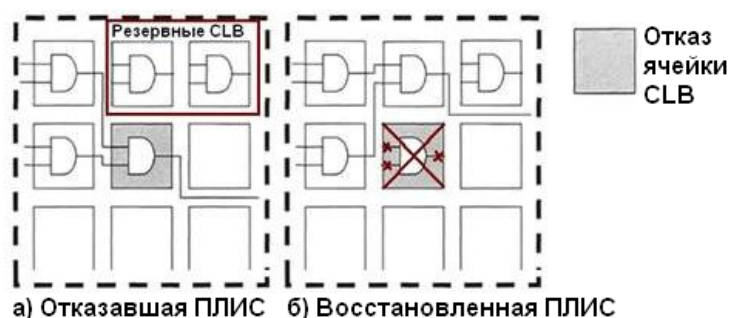


Рис. 1. Схема замены отказавшей ячейки CLB на резервную

Способ 3. Данный способ реконфигурирования подразумевает восстановление ПЛИС путем одновременного перемещения всех элементов конфигурационного файла в область работоспособных ячеек (рис. 2). Такое перемещение гарантирует сохранение всех ранее существовавших длин линий связи, кроме связей с буферами ввода-вывода. Однако одним из условий реализации данного способа является наличие достаточно большого количества резервных ячеек [4].

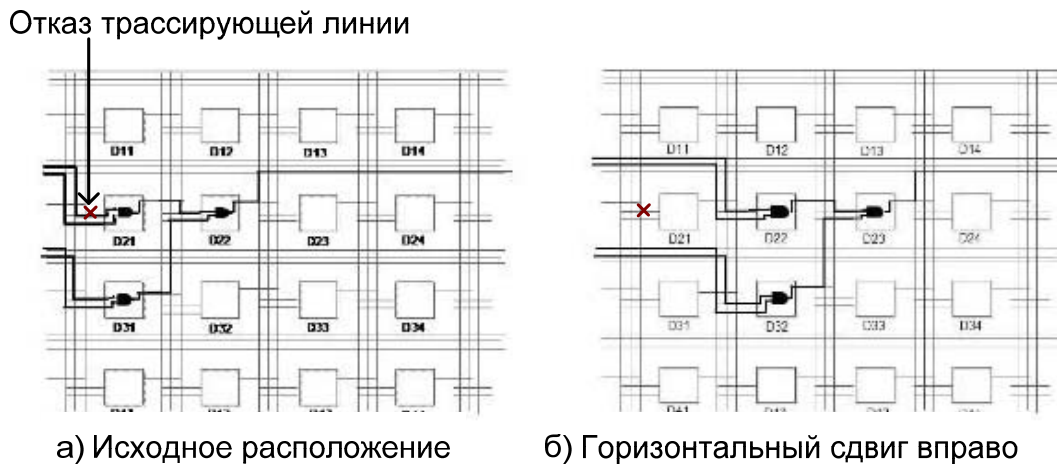


Рис. 2. Схема реконфигурирования путем перемещения конфигурационного файла в ПЛИС

Способ 4. Подразумевает под собой разбиение матрицы ячеек ПЛИС на определенное количество одинаковых по размеру секций. Секция содержит определенное количество ячеек CLB. В каждой секции выделяются резервные ячейки CLB, которые не задействуются. Расположение входов и выходов каждой секции жестко фиксируется. При отказе какой-либо ячейки производится реконфигурация секции, внутри которой она находится. Изменение длин связей происходит только лишь внутри секции. Максимально возможные изменения длин связей определяются размером секции [5]. Однако при уменьшении размеров секций уменьшается и гибкость трассировочных линий, что приводит к невозможности реконфигурации по причине отсутствия необходимых линий связи с резервными ячейками.

Способ 5. Является одним из наиболее современных способов [5]. Данный способ состоит из двух частей. Первая часть выполняет процедуру разбиения матрицы ПЛИС на блоки. Вторая часть производит перераспределение блоков. Алгоритм разбиения матрицы ПЛИС осуществляет получение множества различных размеров блоков и одного из возможных вариантов их размещения. Алгоритм позволяет разместить блоки в матрице ПЛИС без наложений и дает исходную конфигурацию, относительно которой в дальнейшем будет задан алгоритм реконфигурации (рис. 3).

Главной задачей реализации алгоритма реконфигурации является замена отказавшего блока резервным. Алгоритм не меняет внутреннюю структуру матрицы ПЛИС, а производит лишь перераспределение конфигурационного файла ее прошивки. Соответственно все трассирующие линии связи, которые были подключены к отказавшему блоку, переключаются на резервный блок. В результате этого резервный блок готов к выполнению той же функции, которую выполнял отказавший блок.

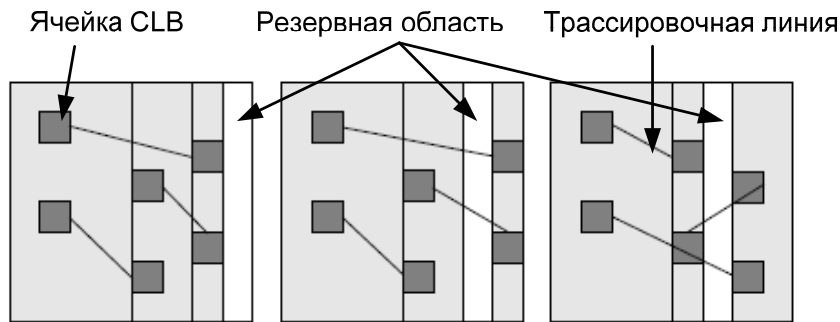


Рис. 3. Схема разбиения матрицы ПЛИС и изменения связей между ячейками CLB

На рис. 3 показано изменение связей при различных перестановках блоков. Для того, чтобы любая конфигурация была возможна, необходимо, чтобы существовали все связи между блоками. Для трассировки связей как внутри блоков, так и между блоками используются одни и те же трассировочные ресурсы. Поэтому не исключена ситуация, когда после реконфигурации некоторые связи окажутся нереализуемыми. Во избежание подобных проблем предлагается зарезервировать все возможные внешние связи для каждой из конфигураций на начальном этапе проектирования, и только после этого приступить к размещению и трассировке внутренней структуры блоков. Необходимость резервирования внешних связей на начальном этапе является одним из недостатков данного способа.

Таким образом, применение способов реконфигурации ПЛИС в объектах радиоэлектронной техники позволит повысить их ремонтпригодность за счет сокращения времени восстановления. Предложенные способы реконфигурирования позволяют произвести восстановление ПЛИС, при этом использование первого способа требует значительных временных затрат, так как необходимо использовать САПР для замены отказавших ячеек на резервные. Реализация второго способа возможна только на заводе-изготовителе ПЛИС, поэтому отправка неисправной аппаратуры на данный завод приведет к еще большим материальным затратам. Третий и четвертый способы требуют резервирования большого числа ячеек, что накладывает ограничение на объем программы, предназначенной для записи в ПЛИС. Последний способ за счет особенностей алгоритма применим только для ПЛИС фирмы Xilinx. В современной же РЭТ применяются в основном ПЛИС фирмы Altera, поэтому данный способ необходимо доработать с целью расширения его области применения относительно номенклатуры ПЛИС. Для этого целесообразно разработать алгоритм преобразования внутренней структуры ПЛИС к виду, удобному для применения алгоритма разбиения матрицы ПЛИС.

Литература

1. Александров, А. И. Эксплуатация радиотехнических систем / А. И. Александров. – М. : Совет. радио, 1976. – 270 с.
2. Уваров, С. С. Проектирование реконфигурируемых отказоустойчивых систем на ПЛИС с резервированием на уровне ячеек : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.15 / С. С. Уваров. – М., 2007. – 164 л.
3. Emmert, J. M. Partial reconfiguration of FPGA mapped designs with applications to fault tolerance and yield enhancement / J. M. Emmert, D. Bhatia // Springer Lecture Notes. New York : Springer-Verlag, 1997. – pp. 141–150.

4. Emmert, J. M. Partial reconfiguration of FPGA mapped designs with applications to fault tolerance and yield enhancement / J. M. Emmert, D. Bhatia // Springer Lecture Notes. New York : Springer-Verlag, 1997. – pp. 141–150.
5. Уваров, С.С. Проектирование реконфигурируемых отказоустойчивых систем на ПЛИС с резервированием на уровне ячеек / С. С. Уваров // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 9. – С. 176–189.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ГОМЕЛЬСКОЙ ТЭЦ-2

А. Ю. Странковский

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

Научный руководитель Н. В. Широглазова

Введение

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в Республике Беларусь являются промышленные предприятия, в том числе предприятия энергетики.

До недавнего времени учет текущих газообразных выбросов на Гомельской ТЭЦ-2 проводился по *расчетным методикам с учетом косвенных показателей*, полученных в ходе периодических экспертных замеров и количеству сжигаемого топлива. Данная методика является достаточно несовершенной, так как реальные показатели выбросов значительно отличаются от полученных в ходе расчета. Расчетные методы не учитывают изменения режимов работы оборудования в течение отчетного периода.

Измерение количества выбросов в режиме реального времени может решить эту проблему и учесть колебания режимов.

Автоматизированная система контроля (АСК) выбросов предназначена для непрерывного мониторинга состава и количества дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу и последующего пересчета и архивирование данных для предоставления в налоговые органы.

Основная часть

В 2011 г. на Гомельской ТЭЦ-2 реализован проект внедрения автоматизированной системы контроля выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосфере.

Состав оборудования АСК выбирался с учетом соответствия требованиям, надежности, достоверности и удобства при эксплуатации.

АСК выбросов в режиме реального времени выполняет:

- измерение концентрации CO, CO₂, NO, SO₂, O₂;
- измерение скорости (объемного расхода), температуры и давления дымовых газов;
- сопоставление концентраций (мг/м³) CO, NO, SO₂ с ПДК (предельно допустимыми концентрациями) этих веществ;
- контроль выбросов (мг/с) CO, NO, SO₂ и сопоставление их с ПДВ (предельно допустимыми выбросами);
- передачу данных в локальную вычислительную сеть станции;
- визуализацию данных;
- архивирование данных с нарастающим итогом;
- составление коммерческого отчета для платежей за выбросы.

Автоматизированная система контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов состоит из следующих подсистем:

- 1) блок газового анализа с пробоотбором для измерения состава газа;
- 2) блок измерения объемного расхода дымовых газов;
- 3) устройства сбора и передачи данных.

Блок газового анализа

Для мониторинга *допускается* применение следующих типов газоанализаторов: – экстрактивных с холодной или обогреваемой линией транспортировки пробы газа на анализ;

– беспробоотборных (по месту).

На Гомельской ТЭЦ-2 применяется система с пробоотбором, которая устанавливается при измерениях в сложных условиях (агрессивные среды, высокая температура, загрязнения механическими частицами и т. д.). В пробоотборной системе зонд отбора дымовых газов установлен в среде анализируемого газа. Далее, пройдя через фильтр, по пробоотборной линии поступает в блок газового анализа. Блок газового анализа располагается около дымовой трубы.

Блок измерения объемного расхода дымовых газов

Расход дымовых газов можно определять косвенным методом (по расходу топлива) и прямым измерением с установкой расходомера.

Использование *метода косвенных измерений* по топливу валовых выбросов загрязняющих веществ, несмотря на техническую простоту реализации, чрезвычайно сложно с точки зрения метрологической аттестации системы АСК как коммерческой.

Гомельская ТЭЦ-2 использует два вида топлива (газ, мазут). Коммерческое измерение количества сжигаемого топлива организовано только для общего расхода газа на ГРП ТЭЦ с корректировкой вручную на фактическую плотность природного газа. Погрешность измерения – 1,5 %. Для организации коммерческого измерения расхода сжигаемого мазута необходимо выполнить реконструкцию и государственную метрологическую аттестацию узлов учета мазута.

Для *прямого измерения расхода дымовых газов* используются ультразвуковые расходомеры. Данные расходомеры имеют одинаковый принцип действия, незначительно отличаются по характеристикам и способам установки. Относительная погрешность – менее $\pm 2,0$ %.

Что касается места размещения газоанализаторов, то применяются схемы установки газоаналитического оборудования на источники выделения и источники выброса (рис. 1). В первом случае выбросы на источнике выбросов определяются как сумма выбросов на источниках выделения.

Преимуществами первой схемы является возможность получения информации о концентрациях загрязняющих веществ после технологической установки, о выбросах конкретного оборудования и об эффективности технологического процесса.

Преимуществом второй схемы являются меньшие затраты на проведение мониторинга, осуществляемого для группы оборудования, подключенного к источнику выбросов.

Поскольку задачей АСК является контроль выбросов от источника выбросов (дымовая труба), на Гомельской ТЭЦ аналитическое оборудование автоматизированной системы мониторинга размещено на дымовой трубе (рис. 1).



Рис. 1. Размещение аналитического оборудования автоматизированной системы мониторинга на дымовой трубе

Устройства сбора и передачи данных (УСПД) обеспечивает:

- 1) автоматический сбор, обработку и хранение данных от подсистемы измерения химического состава и подсистемы измерения общего объема выбросов;
- 2) вычисление требуемых контролируемых параметров и данных для отчета;
- 3) формирование отчетов;
- 4) доступ к УСПД со стороны информационно-вычислительного комплекса Гомельской ТЭЦ-2;
- 5) передачу текущей информации и отчетов на рабочее место инженера-эколога;
- 6) защиту оборудования и программного обеспечения от несанкционированного доступа.

В ходе исследования был произведен расчет экономической эффективности от внедрение АСК на Гомельской ТЭЦ-2. Результаты расчета представлены на рис. 2.

| | размерность | АСК | | | | | Расчетный метод | | | | | Разность | Ставка налога за 1 тону | Сумма | |
|--|-------------|---------|--------|-------|--------|----------|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 1 кв. | 2 кв. | 3 кв. | 4 кв. | факт | 1 кв. | 2 кв. | 3 кв. | 4 кв. | факт | | | Расчетный м. | АСК |
| SO2 | т | 163,54 | 172,33 | 0,09 | 0,102 | 435,12 | 246,91 | 202,001 | 0 | 0 | 494,911 | 58,791 | 1 531 3'0р. | 757 891 858р. | 697 861 084р. |
| CO2 | т | 126,22 | 40,28 | 18,66 | 51,763 | 435,93 | 167,47 | 75,484 | 52,5 | 109,02 | 404,474 | -32,456 | 760 9'0р. | 307 776 401р. | 332 473 145р. |
| NO2 | т | 103,59 | 80,965 | 56,69 | 154,68 | 595,94 | 357,29 | 97,117 | 62,232 | 183,012 | 699,651 | 103,711 | 4 632 3'0р. | 3 241 007 320р. | 2 780 584 781р. |
| NO | т | 49,33 | 13,18 | 9,21 | 23,138 | 95,85 | 58,06 | 15,781 | 10,112 | 29,739 | 113,692 | 16,832 | 1 531 3'0р. | 174 104 518р. | 148 328 498р. |
| мазутная зола | т | 0,378 | 0,603 | 0 | 0 | 1,48 | 0,378 | 0,603 | 0 | 0 | 1,481 | 0,001 | | | |
| сажа | т | 1,589 | 1,156 | 0 | 0 | 2,745 | 1,586 | 1,156 | 0 | 0 | 2,742 | -0,003 | | | |
| бензальден | т | 0,182 | 0,297 | 0,305 | 0,318 | 1,102 | 0,182 | 0,257 | 0,305 | 0,318 | 1,102 | 0 | | | |
| без бензальдена | т | 445,14 | 308,5 | 84,66 | 231,75 | 1570,05 | 869,558 | 396,065 | 124,54 | 321,455 | 1711,638 | 141,588 | | | |
| Всего (4 в-ва) | т | 912,679 | 306,76 | 84,66 | 231,75 | 1565,849 | 869,74 | 396,322 | 124,845 | 321,773 | 1712,74 | 146,891 | | | |
| Экономия от внедрения АСК составила | | | | | | | | | | | | 571 532 539р. | Всего | 4 480 780 097р. | 3 909 247 508р. |

Рис. 2. Результаты расчетов

Заключение

На Гомельской ТЭЦ-2 в 2011 г. введена в эксплуатацию метрологически аттестованная АСК вредных выбросов.

Безаварийная и надежная эксплуатация АСК выбросов на Гомельской ТЭЦ-2 в течение двух лет подтверждает правильность выбора установленного оборудования.

Внедрение АСК выбросов позволило:

- учитывать выбросы вредных веществ по фактическим показателям, а не расчетным методом, как это делалось раньше;
- формировать необходимые отчеты по выбросам вредных веществ в атмосферу с нарастающим накоплением данных;
- передавать текущие данные на рабочие места инженера-эколога, начальника смены станции, а также отчеты по выбросам в локальную сеть предприятия;
- планировать и оценивать эффективность мероприятий по снижению выбросов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БЕЗЭЛЕКТРОДНЫХ (ИНДУКЦИОННЫХ) И СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

В. С. Кизева

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

Научный руководитель Л. И. Евминов

Пятая часть производимой в мире электрической энергии расходуется на освещение. Такие большие затраты электроэнергии связаны в основном с применением устаревших источников света. Необходимо отметить, что эти затраты не являются неизбежными, так как прогресс в создании новых высокоэффективных источников света дает возможность кардинального решения проблемы расхода электроэнергии на освещение. В настоящее время предпринимаются усилия по внедрению инновационных решений и технологий, позволяющих сократить потребление электроэнергии. В связи с этим стала популярной тема светодиодных источников света (СД ИС). Именно это направление в освещении считается наиболее перспективным. Однако многие приписываемые светодиодам достоинства на практике не оправдываются.

Между тем существуют источники света, которые в настоящий момент имеют лучшие технические характеристики, чем светодиоды и примерно в три раза дешевле их. Это безэлектродные (индукционные) источники света с индукционными лампами.

Индукционная лампа (ИЛ) – энергосберегающий источник света, принцип работы которого основан на электромагнитной индукции и газовом разряде для генерации видимого света.

В данной работе выполнена сравнительная оценка основных источников света по следующим показателям: срок службы источника света; потребление электроэнергии; нагрузка на электросети; коэффициент пульсации; экологическая безопасность светильника; вес светильника; время пуска источника света; температурные режимы работы во время эксплуатации; коэффициент мощности; цветовая температура; потеря светового потока; стоимость.

Выполнив сравнительную оценку основных источников света, был сделан вывод о том, что наиболее перспективными являются светодиодные и индукционные источники света.

Однако индукционные источники света не только гораздо дешевле светодиодных (более чем в 2 раза), но и превосходят их по некоторым характеристикам: имеют больший срок эксплуатации, большую светоотдачу, больший коэффициент мощности, меньшее потребление электроэнергии и, что немаловажно, полное отсутствие пульсации. Кроме того, из-за высокого индекса цветопередачи он дает приятный и естественный свет, недоступный световым решениям посредством светодиодов [1].

Несмотря на многие достоинства, светодиодные светильники на сегодняшний день рекомендуют лишь для декоративной, акцентирующей подсветки, так как исследования показали, что голубой свет, используемый в светодиодных лампах, может обострить протекание часто возникающей с возрастом макулодистрофии, а также ухудшить зрение людей. Кроме того, излучение светодиодных ламп более сильное, чем излучение ламп других типов. Для получения белого света в светодиодных лампах используются голубой диод со световыми волнами, сходными по своим свойствам с ультрафиолетовыми, и желтый диод, так как это наиболее простая и наименее дорогая технология (применяется в 90 % случаев). Именно голубой свет несет риск для глаз, в первую очередь, для сетчатки, очень чувствительной к ультрафиолетовому свету. Разные пигменты, присутствующие в фотоэлементах такого света, могут вызвать реакцию, лежащую в основе окислительного стресса.

Дети особенно подвержены подобному риску, так как их кристаллики еще находятся в стадии развития и пока не способны эффективно справляться со своей ролью [2]. Поскольку последствия повреждения сетчатки носят накопительный характер и могут проявляться через годы, следует проявлять особую осторожность и предосторожность при освещении детских учреждений холодно-белыми СД ИС [3].

Спектральный анализ индукционных ламп показывает, что только 1 % излучения лежит в инфракрасном и ультрафиолетовых областях. Более 75 % излучаемого света лежит в видимом спектре излучения. К тому же спектр излучения индукционных ламп максимально приближается к спектру солнечного света.

Но и у индукционной лампы есть свои недостатки. Полностью экологически безопасной ее не назовешь, хотя содержание твердотельной ртути в ней на два порядка ниже, чем в других газоразрядных лампах. Также к недостаткам как индукционных, так и светодиодных светильников можно отнести их высокую стоимость по сравнению с распространенными на сегодняшний день светильниками на основе ДРЛ и ДНаТ.

Также в работе проведена оценка электромагнитной совместимости индукционных и СД ИС с системой электроснабжения. В настоящее время это является актуальной задачей, так как ожидается увеличение доли электроэнергии, расходуемой как на светодиодное освещение, так и на освещение с применением индукционных источников света.

Для оценки степени искажений, вносимых светодиодными источниками света в сеть, а также необходимости их учета при построении осветительных установок на основе СД ИС в работе [4] проведены экспериментальные исследования кривых тока, потребляемого СД ИС из сети. В качестве источников света использовались светодиодные источники света типа СДК-27 и СДП-27 с ШИМ (шинно-импульсный модулятор) и без него. Анализ результатов экспериментальных исследований свидетельствует о том, что уровень высших гармоник кривой тока, потребляемого из сети световых приборов на основе светодиодных источников света, находится на грани установленных СТБ МЭК 61000-3-2–2006 пределов для светильников СДК-27, а светильник СДП-27 не выдерживает требований.

В соответствии с вышеизложенным можно сделать вывод о том, что использование светодиодных источников света (в особенности, если их совокупная мощность превышает 25 Вт) требует применения специальных мер по снижению уровня высших гармоник. Применять светодиодные светильники рекомендуется совместно с фильтрокомпенсирующими устройствами, установленными в сети на стороне источников света после вводного трехфазного автомата [5].

В данной работе авторами были проведены испытания индукционного источника света для оценки степени искажений, вносимых им в сеть (рис. 1). В качестве индукционного источника света использовали светильник подвесной типа 03-022 с индукционной лампой мощностью 150 Вт. Действующие значения напряжения $U_{л}$ и тока $I_{л}$ на лампе измерялись с помощью цифрового осциллографа OWON SDS 8202. Для дальнейших исследований данные, измеренные с помощью осциллографа, сохранены в формате BIN и обработаны с помощью системы компьютерной алгебры Mathcad (рис. 1).

Проанализировав результаты, полученные при испытании индукционного подвесного светильника типа 03-022 с индукционной лампой мощностью 150 Вт, сделан вывод о том, что данный источник света не вносит существенных искажений в питающую сеть. Уровень высших гармоник кривой тока, потребляемого из сети, не превышает требований, установленных СТБ МЭК 61000-3-2-2006, в отличие от СД ИС.

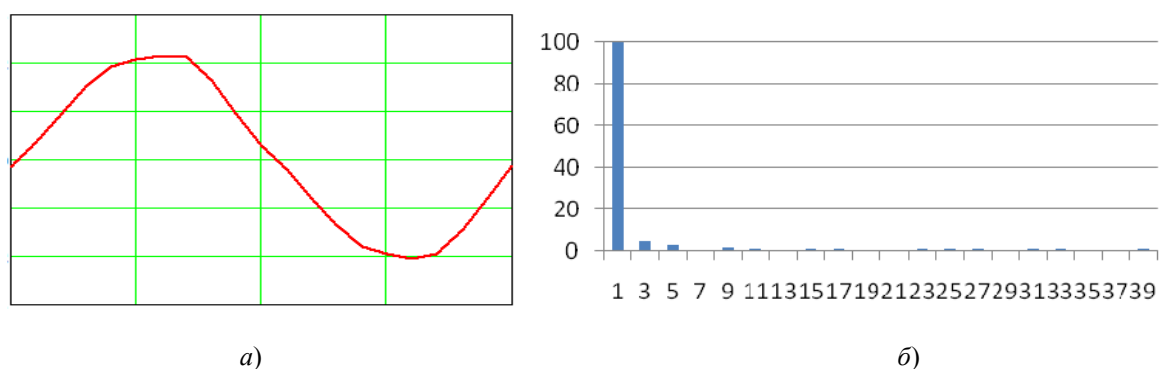


Рис. 1. Экспериментальная кривая тока индукционных световых приборов типа 03-022 с индукционной лампой мощностью 150 Вт и гармонический состав кривой тока ($K_{нс} = 6,12\%$)

Вывод

В числе перспективных источников света в настоящее время лидируют индукционные и светодиодные, в технологии которых вкладываются значительные инвестиции.

Проанализировав результаты проведенной работы, можно сделать вывод о том, что индукционные светильники превосходят светодиодные по многим характеристикам.

Также в ходе проведенных испытаний было установлено, что индукционные светильники не вносят существенных искажений в питающую сеть. Уровень высших гармоник кривой тока потребляемого из сети, не превысил требований, установленных СТБ МЭК 61000-3-2-2006, в отличие от СД ИС.

ИЛ могут применяться как для наружного, так и внутреннего освещения. Применение ИЛ особенно эффективно на производствах с большим освещением территорий со значительными перепадами температур. Замена ДРЛ ламп на индукцион-

ные можно произвести без замены светильников, что позволит сэкономить значительные средства.

Следует отметить, что на сегодняшний день в Республике Беларусь существует огромный парк устаревающей светотехники с огромными его запасами и производственными мощностями. Модернизация систем освещения поможет значительно сэкономить не только на электроэнергии, но и на обслуживании систем освещения.

Литература

1. Рейтер, Т. Лампы для экономного освещения / Т. Рейтер // Пром.-строит. обозрение. – 2012. – № 142.
2. Зак, П. П. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков / П. П. Зак, М. А. Островский // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 4–7.
3. Закгейм, А. Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья (обзор) / А. Л. Закгейм // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 11–17.
4. Оценка режимов осветительных электрических сетей объектов ЖКХ со светодиодными источниками света / Ф. П. Говоров [и др.] // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – № 11(186). – С. 92–97.
5. Гужов, С. Оценка влияния источников питания светодиодных светильников на питающую сеть / С. Гужов // Соврем. светотехника. – 2009. – № 2. – С. 47–49.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ НОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

А. В. Дробов

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

В. Н. Галушко

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Научный руководитель А. Г. Ус

С целью выявления значимых отклонений в удельном расходе электроэнергии реализован для пользователя программный статистический инструментарий. Данный инструментарий основывается на аналитических записках по энергетическому обследованию предприятий и включает разнообразные статистические процедуры. В качестве примера в статье приведен фрагмент анализа энергетического обследования Республиканского унитарного предприятия «Гомельский завод литья и нормалей».

Для исследуемых цехов получены интервальные оценки среднего значения и средне квадратичного отклонения исследуемой величины с доверительной вероятностью $p = 0,95$ (в табл. 1 приведен пример расчета для цеха ЭМЦ), с помощью которых можно сравнить нормируемые параметры с полученными по фактическим данным. Данное сравнение позволяет выявить на первом этапе значимые отклонения от нормы среднего потребления электроэнергии с учетом разброса значений, вызванного влиянием случайных факторов.

Таблица 1

Удельный фактический расход электроэнергии ЭМЦ ЛП, тыс. кВт · ч

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 337,7 | 271,5 | 305,5 | 353,8 | 304,1 | 236,7 | 231,6 | 154 | 300,6 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|

Выборочное среднее:

$$\widehat{M}[X] = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 277,28. \quad (1)$$

$$\text{Оценка среднего квадратического отклонения } \widehat{\sigma}[X] = \sqrt{\widehat{D}[X]} = 61,78. \quad (2)$$

Объем выборки составил $n = 9$. Применяем формулу

$$\left\{ \bar{x} - t_{(\alpha/2; n-1)} \frac{\widehat{\sigma}}{\sqrt{n-1}} < \widehat{M}[X] < \bar{x} + t_{(\alpha/2; n-1)} \frac{\widehat{\sigma}}{\sqrt{n-1}} \right\}, \quad (3)$$

где $n = 9$, $\alpha = 0,05$ значение $t_{(\alpha/2; n-1)}$ определяем по таблицам распределения Стьюдента. Подставив значения в формулу, получим:

$$\left\{ 277,28 - 2,306 \frac{61,78}{\sqrt{9-1}} < \widehat{M}[X] < 277,28 + 2,306 \frac{61,78}{\sqrt{9-1}} \right\}.$$

Таким образом, с вероятностью $p = 0,95$ можно гарантировать, что среднее находится в пределах: $\{226,9 < \widehat{M}[X] < 327,6\}$.

На втором этапе расчета выполняется одномерный и множественный корреляционный и регрессионный анализ в программном продукте Statistica или STATGRAPHICS [1] с целью прогнозирования, проверки результатов, выявления значимо влияющих факторов с помощью полученных уравнений зависимости (табл. 2 и 3, рис. 1, 2).

Таблица 2

Данные о потреблении электроэнергии автоматным цехом для одномерного регрессионного и корреляционного анализа

| Наименование цеха: АЦ | |
|-----------------------------|--|
| Объем производства, тыс. р. | Потребление электроэнергии, тыс. кВт · ч |
| 26357,0 | 167,80 |
| 26210,0 | 206,20 |
| 29841,0 | 172,20 |
| 27883,0 | 140,20 |
| 28761,0 | 139,10 |

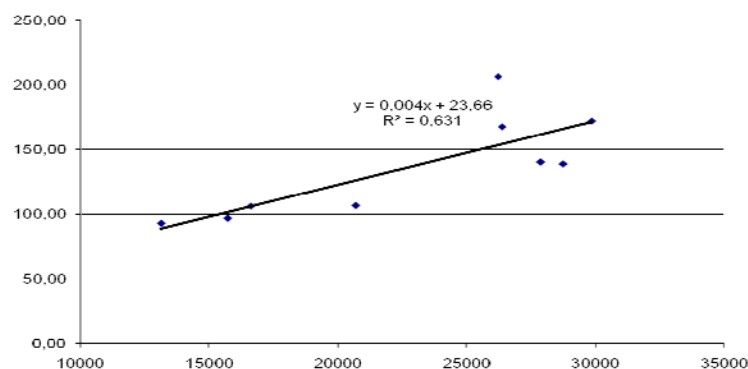


Рис. 1. Пример результатов линейного регрессионного анализа (Excel)

В итоге полученное уравнение гиперболической регрессионной зависимости количества продукции и потребления электроэнергии, тыс. кВт·ч имеет вид $Y = 23,66 + 0,004X$. Коэффициент корреляции составил 0,631.

Таблица 3

Исходные данные для множественного регрессионного анализа

| Цех | Количество оборудования, ед. | Объем производства, тыс. р. | Трудоемкость производственной программы, н/ч | Время работы оборудования в течение года, н/ч | Средне-месячная зарплата, тыс. р. | Потребление электроэнергии, тыс. кВт·ч |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------------------------|--|
| Цех № 1 ЦПС | 160 | 103159150,8 | 312897,6 | 292853 | 5506,3 | 1603,59 |
| Цех № 2 СБЦ-5 | 104 | 67053448,6 | 255954,0 | 255850 | 5202,1 | 741,9 |
| Цех № 3 ЭкСЦ-5 | 63 | 72999133,2 | 299416,0 | 299403 | 5307,4 | 261,2 |

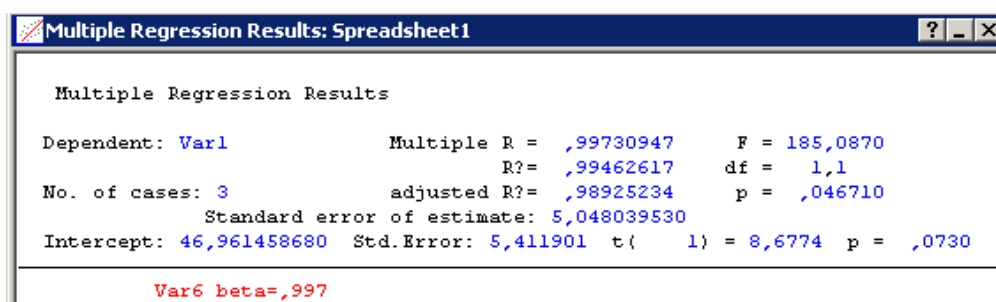


Рис. 2. Окно оценивания параметров в примере (Statistica)

В окне оценивания параметров (рис. 2) содержатся краткие сведения о результатах анализа. А именно:

Dep. Var. (имя зависимой переменной). В данном случае – Var 6 (W), No. of Cases (число случаев, по которым построена регрессия) в примере это число равно 3, Multiple R = 0,9973 (коэффициент множественной корреляции), R² (квадрат коэффициента множественной корреляции), обычно называемый коэффициентом детерминации.

Оцененная модель потребления электроэнергии в Statistica имеет вид:

$$Z = 46,96 + 0,0714 \cdot X_1 - 0,1487 \cdot X_2 - 0,07929 \cdot X_3 - 0,0733 \cdot X_4 - 0,1126 \cdot X_5.$$

С помощью STATGRAPHICS пример уравнения регрессии потребления электроэнергии приняло вид

$$W = 1885,22 + 0,0000526739 \cdot X_{\text{объем произв}} - 0,0182661 \cdot X_{\text{время раб. оборуд.}}$$

С помощью процедуры пошагового регрессионного анализа подбирается наилучшее уравнение регрессии потребления электроэнергии, сравнение нескольких альтернативных моделей регрессии реализовано с помощью приведенных значений

коэффициентов детерминации (например, в приведенном случае наиболее значимо влияющим фактором являлось значение постоянного параметра).

На третьем этапе расчета анализ фактических отчетных данных об объемах производства и соответствующих им удельных расходах электроэнергии позволяет получить параметры криволинейного уравнения регрессии (как правило используется экспоненциальная зависимость), описывающего изменение постоянной и переменной составляющих в зависимости от объемов производимой продукции исследуемого производственного подразделения [1].

В результате можно формировать наиболее объективную зависимость удельного расхода электроэнергии от объема производства для нормирования электропотребления, в некоторых случаях выявлять подтасовки или ошибки в отчетных данных, обнаруживать ошибки в работе счетчиков.

Литература

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в программу STATISTICA / В. П. Боровиков. – М. : КомпьютерПресс, 1998. – 69 с.

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ УСКОРЕНИЮ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. А. Алферов

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

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Вопрос влияния высших гармоник на оборудование систем электроснабжения возник достаточно давно.

Один из первых экспериментов по влиянию высших гармоник на кабельные линии был проведен в 1984 г.: его целью было выяснить способствуют ли высшие гармоники ускоренному старению изоляции проводов и кабелей. Для выяснения этого положения учеными были проведены замеры токов утечки кабелей, проложенных почти одновременно и работающих в сходных температурных условиях; часть обследованных кабелей работала при практически синусоидальном напряжении, другая – при уровне высших гармоник в кривой напряжения в пределах 6–8,5 % (преобладали 5-я и 7-я гармоники). Токи утечки во втором случае через 2,5 года эксплуатации оказались в среднем на 36 %, через 3,5 года – на 43 % больше, чем в первом.

Опыт эксплуатации свидетельствует о том, что в сетях с большим удельным весом вентильных нагрузок часто возникают однофазные замыкания в кабеле. Так, в сетях непрерывного толстолистового стана горячего проката число однофазных замыканий на землю за год оказалось на 30–40 % больше чем в сетях, где преобразователи отсутствовали [1].

Присутствие в кабельных линиях высших гармоник приводит к следующим последствиям:

1) возможному перегреву и разрушению нулевых рабочих проводников кабельных линий вследствие их перегрузки токами третьей гармоники.

Высшие гармоники тока, кратные трем, определяющие высокое значение коэффициента амплитуды и генерируемые однофазными нагрузками в трехфазных системах имеют специфическое результирующее воздействие.

В трехфазных цепях гармоники сдвинуты на 360 градусов друг к другу, совпадают по фазе и образуют нулевую последовательность. Нечетные гармоники, кратные третьей, суммируются в проводнике нейтрали.

В ходе проведения замеров токов в нулевых рабочих проводниках торгового центра, специализирующегося на продаже современной бытовой техники, было выявлено, что в нулевой жиле протекают токи, значения которых соизмеримы с фазными. С учетом того, что состав электроприемников потребителя изменяется без реконструкции электрической сети, можно ожидать перегорания нулевых проводников из-за протекания токов гармоник, кратных трем. Обрыв нулевого провода может привести к смещению нейтрали и как следствие к выходу из строя электроприемников [2];

2) созданию дополнительных потерь в кабельных линиях, гармониками, генерируемыми нелинейной нагрузкой.

При питании жилы кабельной линии нелинейным напряжением значение ее сопротивления будет изменяться в зависимости от частоты. Это обусловлено появлением скин-эффекта, который заключается в неоднородном распределении плотности переменного тока по сечению проводника. При высоких частотах ток практически существует только в тонком поверхностном слое, т. е. внутри достаточно толстого проводника ток высокой частоты не течет. Данное явление приводит к дополнительным потерям мощности, рассеиваемой в жиле кабельной линии и дополнительному ее нагреву.

Активное сопротивление жилы на n -й гармонике R_n можно определить по формуле [3]:

$$R_n = R_0(0,187 + 0,532\sqrt{n}),$$

где R_0 – сопротивление жилы на основной частоте.

При выборе электрического оборудования и расчетах потерь мощности и электроэнергии при несинусоидальных режимах необходимо учитывать нагрев токоведущих частей.

Высшие гармоники тока приводят к дополнительным потерям в изоляционных материалах кабельных линий. Данные потери могут обуславливаться сквозным током или активными составляющими поляризованных токов. В случае высоких напряжений потери возникают вследствие ионизации газовых включений внутри диэлектрика, особенно интенсивно происходящих при высоких частотах.

С повышением частоты питающего напряжения происходит снижение активного и емкостного сопротивления изоляции и как следствие увеличение токов утечки через нее [4];

3) ускоренному старению изоляции проводов и кабелей.

Проблема старения электроизоляционных материалов, используемых при изготовлении силовых кабелей, имеет важное практическое значение, так как эти изделия предназначены для многолетней эксплуатации и преждевременный выход их из строя ведет к существенным негативным последствиям. Однако в процессе эксплуатации кабели с полимерной изоляцией часто выходят из строя значительно раньше гарантированного срока службы. Это связано с возникновением и развитием в полимерной изоляции под действием электрического поля и влаги системы тонких цилиндрических микроканалов – триингов. Изучение частотных характеристик водных триингов дало возможность установить, что механизм воздействия сил электриче-

ского поля на полимер ускоряется с повышением частоты. С повышением температуры существенно возрастает диффузия воды в полимеры, что снижает их механическую и электрическую прочность [5].

Влияние электромагнитных полей на электропроводность технических диэлектриков обусловлено небольшим количеством свободных зарядов, связанных с наличием примесей, либо продуктов окисления, возникающих в результате нагрева и старения изоляции при эксплуатации. В режиме холостого хода кабеля, находящегося под напряжением, действующая на электрические заряды сила определяется интенсивностью электрического поля. В нагрузочном режиме работы силового кабеля на заряды в диэлектрике действуют электрическое и магнитное поля, обусловленные переменным током, протекающим по жилам.

Токовая нагрузка в жилах кабеля приводит к возникновению кругового вращающегося поля, создающего магнитные потери в оболочке кабеля, и к дополнительному воздействию на изоляцию. Разрушающее воздействие на диэлектрик магнитного поля аналогично действию электрического поля и соизмеримо по результатам и, следовательно, связано с ростом интенсивности электрохимических процессов, приводящих к изменению в структуре диэлектрика и развитию пробоя. Магнитное поле увеличивает износ изоляции в рабочих режимах на несколько процентов по сравнению с износом от действия электрического поля. При этом за время действия устройств релейной защиты при протекании токов двух- и трехфазного КЗ разрушающее воздействие на кабель от магнитного поля будет соизмеримо с действием электрического поля [6].

При оценке качества высоковольтной изоляции большое внимание уделяется частичным разрядам, особенно интенсивно происходящих при высоких частотах, так как они определяют темпы электрического старения изоляции и являются наиболее частой причиной ее повреждения.

Под влиянием высокой напряженности электрического поля в газовых порах кабельной изоляции способны формироваться электрические разряды. Ток этих разрядов ограничен диэлектрическим барьером, расположенным на границе между металлической токопроводящей жилой кабеля и газовой порой – дефектом в кабельной изоляции. Пory чаще всего формируются в процессе экструзионного наложения полимерной изоляции либо вблизи токопроводящей жилы, либо вблизи металлической оболочки силовых кабелей высокого и среднего напряжения.

Частичные разряды связаны с рассеянием энергии, следствием которого является электрическое, механическое и химическое воздействие на диэлектрик.

Но в то же время частичные разряды, развивающиеся при старении диэлектрика изоляции в газовых включениях, могут служить средством диагностики состояния изоляции кабельных линий. Определение степени развития возникающих в изоляции локальных дефектов посредством измерений частичных разрядов в нормальном режиме работы оборудования и последующий ремонт обходятся на порядок дешевле, чем действия, необходимые при пробое изоляции.

Для проведения мониторинга качества высоковольтной изоляции по излучению частичных разрядов необходимо применение средств измерения, обеспечивающих широкополосный прием случайных импульсных сигналов и их непосредственное пиковое детектирование. Основными измеряемыми параметрами являются: амплитуда принимаемого сигнала, интенсивность потока разрядов и ее зависимость от порога обнаружения. Оценка качества изоляции производится по результатам анализа динамики относительных измерений этих параметров при постоянстве периодически повторяемых измерений [7].

Литература

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
2. Оценка теплового режима кабеля питающего нелинейную нагрузку / В. Н. Тульский [и др.] // Пром. энергетика. – 2012. – № 7. – С. 42–45.
3. Избранные вопросы несинусоидальных режимов в электрических сетях предприятий / И. В. Жежеленко [и др.] ; под ред. И. В. Жежеленко. – М. : Энергоатомиздат, 2007.
4. Алферов, А. А. Оценка потерь мощности через изоляцию кабельных линий на промышленных предприятиях при наличии в сети гармоник, отличных от фундаментальной / А. А. Алферов, Н. В. Грунтович // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : Материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых. – Гомель, 26–27 апр. 2012 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2012. – С. 496–499.
5. Андреев, А. М. Исследование строения электроизоляционных материалов силовых кабелей и конденсаторов / А. М. Андреев, В. А. Канискин, Ю. А. Полонский // Электричество. – 1999. – № 1. – С. 39–44.
6. Коржов, А. В. Влияние магнитного поля кабелей 6–10 кВ на их изоляцию / А. В. Коржов, А. И. Сидоров, Е. В. Томашева // Электричество. – 2009. – № 1. – С. 46–53.
7. Глухов, О. А. Оценка высоковольтной изоляции по электромагнитному излучению частичных разрядов в эксплуатационных условиях / О. А. Глухов // Электротехника. – 2001. – № 4. – С. 52–57.

**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СВЕТОДИОДНЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА**

Т. Н. Савкова

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

Научные руководители: Ю. Н. Колесник, А. И. Кравченко

В системах электроосвещения со светодиодными источниками света, обладающими нелинейной нагрузкой, возникают искажения форм функций тока и питающего напряжения, а часть мощности передается на частотах высших гармоник. Таким образом, возникает влияние нелинейной нагрузки как на качество электроэнергии, поставляемой другим потребителям, так и на учет потребляемой энергии.

Применяемые в настоящее время счетчики электрической энергии разработаны и поверяются исходя из предположения, что форма кривой напряжения и тока измерительной сети синусоидальная с коэффициентом несинусоидальности не более 12 % (для многотарифных счетчиков активной энергии (CE102BY S6)) [1]. На этом основываются применяемые в счетчиках алгоритмы учета электроэнергии.

Целью исследования является оценка точности измерения количества электрической энергии (активной мощности) приборов учета электрической энергии в условиях воздействия несинусоидальных токов и напряжений.

Счетчики прямого включения рассчитаны на номинальные токи 5, 10, 20, 50 А. Подключение токовой цепи этих счетчиков осуществляется последовательно с сетевыми проводниками и обязательным соблюдением полярности. Измеряемая энергия равна разности показаний счетного механизма за расчетный (учетный) период:

$$\Delta W = P_K - P_H = \Delta P,$$

где P_K – конечное показание счетчика; P_H – начальное показание счетчика; ΔP – разность показаний.

Для проведения исследования был выбран однофазный многотарифный счетчик активной электрической энергии, основные характеристики которого приведены в табл. 1. Исследуемый счетчик технически исправный, прошел необходимые метрологические испытания и соответствует требованиям нормативных документов – СТБ ГОСТ Р 52322–2007 [1].

Таблица 1

Характеристика исследуемого счетчика

| Модель счетчика | Тип механизма | Алгоритм учета | Класс точности | Предел допускаемой основной погрешности, % |
|--------------------|---------------|------------------------|----------------|--|
| CE102BYS7 145AOKVZ | Электронный | Программно управляемый | 1 | ±1,0 |

В качестве нагрузки были выбраны светодиодные модули с блоками питания (ОАО «Светотехника»), характеристики которых представлены в табл. 2.

Результаты измерений представлены в табл. 3.

Таблица 2

Характеристики исследуемой нагрузки

| Наименование объекта измерения | Известные параметры |
|------------------------------------|------------------------------|
| Светодиодный модуль | 50 Вт, угол рассеивания 120° |
| Светодиодный модуль | 30 Вт, угол рассеивания 120° |
| Светодиодный модуль | 10 Вт, угол рассеивания 120° |
| Блок питания LPC-60-1750 | 34 V, 60 Вт, IP67 |
| Блок питания GB-50WDR | 37 V, 50 Вт, cosφ ≥ 0,95 |
| Блок питания на плате DRM-025 REV1 | открытого исполнения |
| Гирлянда ЕК-0,4 | ~220 В |

Таблица 3

Результаты измерений

| Нагрузка | | Результаты измерений цифр. индикатором MS-8229 | | Расчетные значения | Результаты измерений CE102BYS7 | | Расчетные значения | | |
|-----------------|--------------|--|--------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|
| СДМ | Блок питания | $I_{ср}$, А | $U_{ср}$, В | $P_{ср}$, Вт | $W_{нач}$, кВт·ч | $W_{кон}$, кВт·ч | $T_{сум}$, ч | W_A , кВт·ч | $P_{ср}$, Вт |
| 10Вт | DRM-025 REV1 | 0,0536 | 214,5 | 11,49 | 9,94 | 10,45 | 47,32 | 0,51 | 10,78 |
| 30Вт | LPC-60-1750 | 0,175 | 217,5 | 37,95 | 12,99 | 13,91 | 23,88 | 0,92 | 38,53 |
| 50Вт | GB-50WDR | 0,2381 | 220,5 | 52,49 | 5,07 | 6,34 | 23,99 | 1,27 | 52,92 |
| Гирлянда ЕК-0,4 | | 0,0145 | 221,8 | 3,21 | 10,5 | 11,17 | 203,3 | 0,71 | 3,49 |

Искажения тока и напряжения сети, вносимые светодиодными модулями и блоками питания к ним, измерялись с помощью цифрового осциллографа OWON SDS8202V. Осциллограммы тока и напряжения представлены на рис. 1. Обработка полученных осциллограмм производилась с помощью программного средства Mathcad [2] (рис. 2). Сравнение полученных результатов с показаниями счетчика позволяет оценить влияние гармонических составляющих мощности.

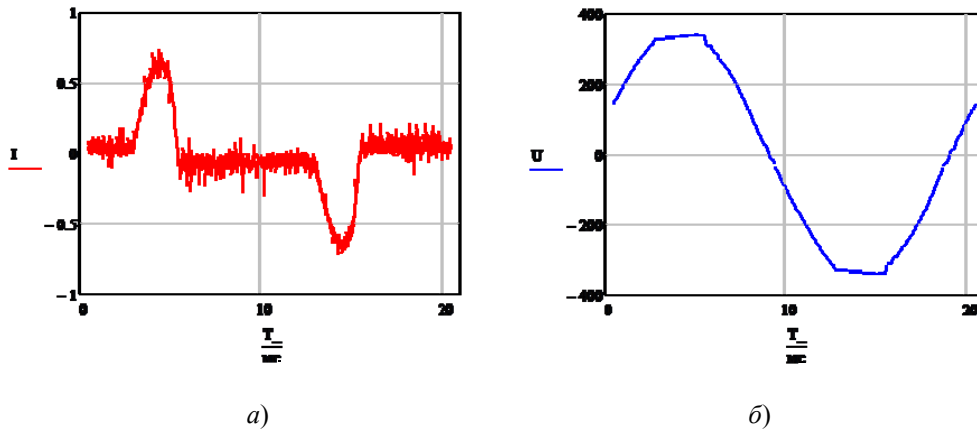


Рис. 1. Осциллограмма тока и напряжения для СДМ 30Вт, блок питания LPC-60-1750

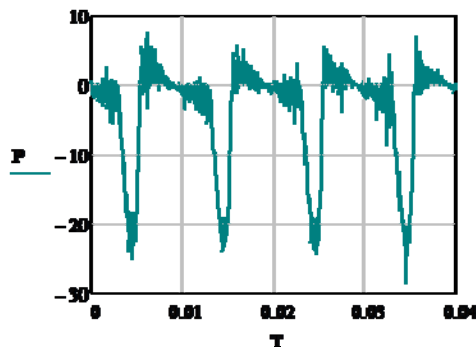


Рис. 2. Определение мощности для СДМ 30 Вт, блок питания LPC-60-1750 с помощью программного средства Mathcad

Определение активной мощности:

$$\text{rows}(I) - 1 = 5000$$

$$n := \text{rows}(I) - 1$$

$$\frac{\sum_{i=0}^n (U_i \cdot I_i)}{n + 1} = 36.1682$$

Светодиодные источники света, подключенные к сети через блоки питания, потребляют из сети несинусоидальные токи при подведении к их зажимам синусоидального напряжения. Токи высших гармоник, проходя по элементам сети, создают падения напряжения на основную синусоиду напряжения, сопротивлениях этих элементов и, накладываясь, приводят к искажениям формы кривой напряжения в узлах электрической сети.

Высшие гармоники тока и напряжения вызывают дополнительные потери активной мощности во всех элементах системы электроснабжения, так как сопротивления этих элементов зависят от частоты.

Результаты расчета потребляемой активной мощности устройств со светодиодными источниками света

| Нагрузка | | Результаты измерения потребляемой активной мощности устройств со светодиодными источниками света ($P_{ср}$, Вт) | | |
|-----------------|--------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| Мощность СДМ | Блок питания | Цифровой осциллограф OWON SDS8202V точность $\pm 1,0$ % | Счетчик активной э/э CE102BYS7 | Относительная погрешность, % |
| 10Вт | DRM-025 REV1 | 10,69 | 10,78 | 0,84 |
| 30Вт | LPC-60-1750 | 37,95 | 38,53 | 1,505 |
| 50Вт | GB-50WDR | 52,54 | 52,92 | 0,72 |
| Гирлянда ЕК-0,4 | | 4,14 | 3,49 | 15,7 |

Из полученных данных (табл. 4) можно найти относительную погрешность измерения потребляемой активной мощности счетчика:

$$\delta = \pm \frac{\Delta x}{x} 100 \text{ \%}.$$

Наибольшей относительной погрешностью измерения характеризуются светодиодный модуль (СДМ) 30Вт, блок питания LPC-60-1750 и гирлянда ЕК-0,4. Для определения спектрального состава тока и напряжения периодическое негармоническое воздействие представлялось в виде суммы гармонических сигналов, используя ряд Фурье.

Из графиков спектральных составляющих тока и напряжения для СДМ 30 Вт (блок питания LPC-60-1750) (рис. 3) видно, что амплитуды спектральных составляющих уменьшаются по мере увеличения частоты и наибольшее влияние на погрешность измерения оказывают нечетные – 1-я, 3-я, 5-я, 7-я и 9-я гармоники.

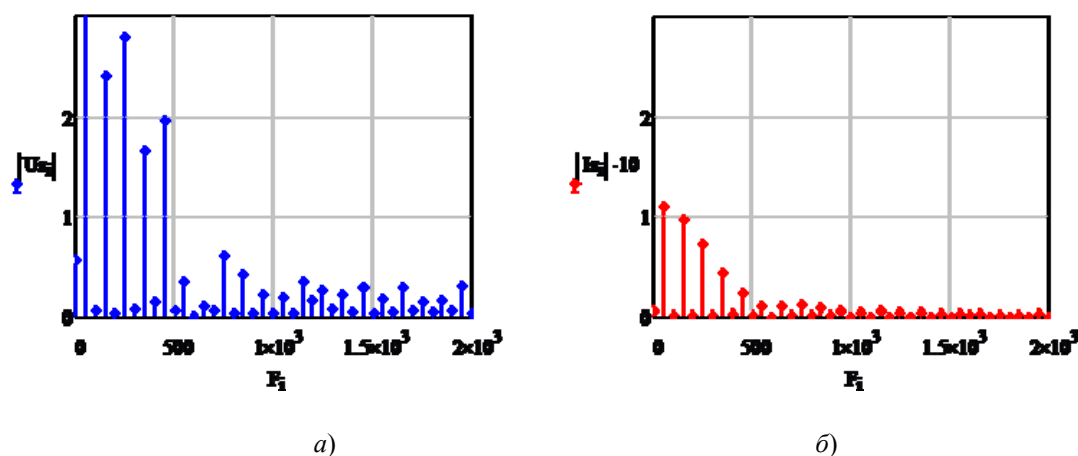


Рис. 3. Амплитудные спектры напряжения и тока для СДМ 30 Вт (блок питания LPC-60-1750)

Погрешность счетчика зависит от относительного содержания мощностей высших гармоник (табл. 4). $\delta = f\left(\frac{P_k}{P_1}, k = 2, 3, \dots\right)$, где P_1, P_k – мощность первой и k -й гармоники.

Данная зависимость является уникальной и определяется экспериментально.

Таблица 5

**Гармонический состав активной мощности СДМ 30 Вт,
блок питания LPC-60-1750**

| Значение | Номер гармоники | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|------|---------|------|---------|-------|--------|--------|---------|-------|
| | 1 | | 3 | | 5 | | 7 | | 9 | |
| | Re | i | Re | i | Re | i | Re | i | Re | i |
| комплексное | 18,47 | 5,33 | 0,141 | 0,18 | 0,195 | 0,188 | 0,073 | 0,0008 | 0,027 | 0,026 |
| действующее | 19,2301 | | 0,23287 | | 0,27151 | | 0,0728 | | 0,03749 | |
| в % от 1-й | | | 1,210 | | 1,411 | | 0,378 | | 0,194 | |

Таким образом, погрешность счетчиков электрической энергии, вызванная воздействием несинусоидальности токов и напряжений, является систематической и возникает вследствие несовершенства конструкции счетчиков и методов измерения. Для повышения точности учета электрической энергии необходимо исключить или учесть влияние данной погрешности, что может быть достигнуто следующим образом:

- определением поправок и внесением их в результат измерения;
- устранением источников погрешностей.

Литература

1. СТБ ГОСТ Р 52320–2005 (МЭК 62052-11:2003). Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии. – Взамен ГОСТ 26035–83 и ГОСТ 30207–94 (МЭК 1036-90); введ. 2007–10–07. – 19 с. – Ч. 21. – 19 с.
2. Mathcad 14 для студентов и инженеров. Русская версия: Валерий Очков – Москва, БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

С. В. Астравик

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

Научные руководители: В. В. Тодарев, А. В. Емелин

При проведении энергоаудита промышленных предприятий нередко возникает необходимость оценить эффективность использования асинхронных электродвигателей, работающих в составе различных агрегатов.

Наилучшим показателем в этом плане является коэффициент полезного действия (КПД). Существует достаточно много способов точного определения КПД асинхронных электродвигателей [1].

Методы непосредственного определения:

1. Метод измерения механической мощности – метод, при котором отдаваемая механическая мощность на валу машины определяется как произведение измеренного вращающего момента на угловую частоту вращения, а подводимая электрическая мощность измеряется ваттметром.

2. Метод измерения электрической мощности – метод, при котором две одинаковые машины механически соединяются между собой и одна работает в режиме двигателя от соответствующего источника, а другая – в режиме генератора на реостат или на сеть.

Методы косвенного определения:

1. Метод динамометра или тарированного двигателя – метод, при котором испытываемая машина приводится во вращение при помощи динамометра или тарированного двигателя с номинальной частотой вращения и нагружается суммой механических потерь, потерь в стали и добавочных потерь холостого хода.

2. Метод ненагруженного двигателя – метод, при котором испытываемая машина работает в режиме холостого хода при питании от источника соответствующего напряжения и частоты.

3. Метод самоторможения – метод, при котором испытываемая машина подвергается свободному выбегу и затормаживается потерями в ней или какой-либо нагрузкой, поддающейся достаточно точному измерению.

4. Калориметрический метод – метод, при котором потери в испытываемой машине определяются по количеству тепла, выделяемого ими в объеме машины.

Отличительной особенностью этих методов является то, что все они требуют наличия специальных испытательных стендов, что в производственных условиях вызывает определенные трудности.

В этом случае целесообразно на первом этапе выявить с помощью относительно несложных в техническом отношении методов и способов с достаточной для инженерных расчетов точностью проблемные электродвигатели, а затем, используя соответствующее оборудование, определить точное значение КПД.

Предлагаются два способа предварительного определения КПД асинхронных электродвигателей непосредственно на рабочем месте. Способы могут применяться как раздельно, так и совместно с целью дополнения, проверки и уточнения результатов.

Первый основан на том факте, что между коэффициентом мощности и КПД электродвигателя существует непосредственная связь через ток ротора, и эту связь можно выразить через соответствующий полином. С этой целью для двигателей серии 4А, как наиболее распространенных, были аппроксимированы паспортные зависимости коэффициента мощности и КПД от мощности на валу электродвигателя $\cos\varphi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$ (рис. 1).

Определяем интерполяционный многочлен четвертого порядка:

$$P_4(x) = a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0.$$

Коэффициенты которого найдем как решение линейной системы вида:

$$y_i = a_4x_i^4 + a_3x_i^3 + a_2x_i^2 + a_1x_i + a_0,$$

где $i = 1, 2, \dots, 5$.

При этом сделано допущение, что на каждом элементарном отрезке мощности P_2 КПД и $\cos\phi$ изменяются по линейному закону. Найдем абсолютную погрешность значений КПД и интерполяционного многочлена:

$$\max|P_4(x) - (kx + b)|,$$

где $x \in [x_i, x_{i+1}]$.

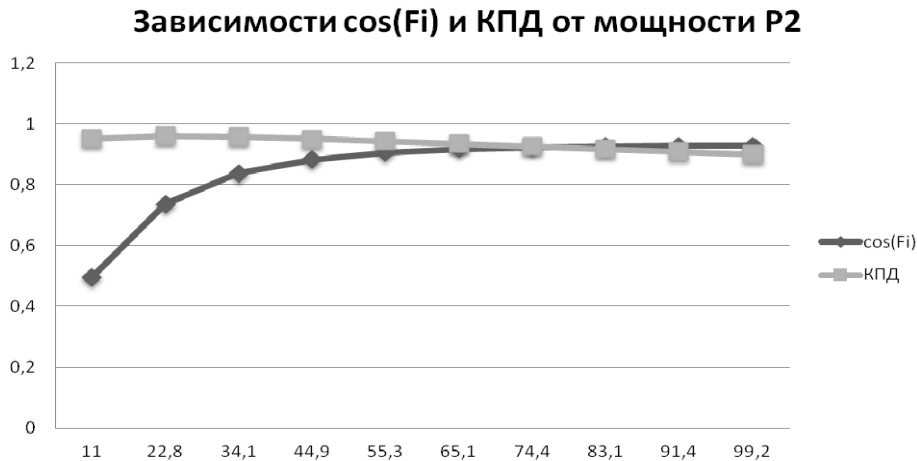


Рис. 1. Зависимости $\cos\phi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$ для электродвигателя 4A280M2У3

По измеренному значению $\cos\phi$ с помощью интерполяционного многочлена можно определить КПД двигателя. Сравнение реальной зависимости КПД от полезной мощности P_2 и зависимости, полученной рассматриваемым методом, представлено на рис. 2.

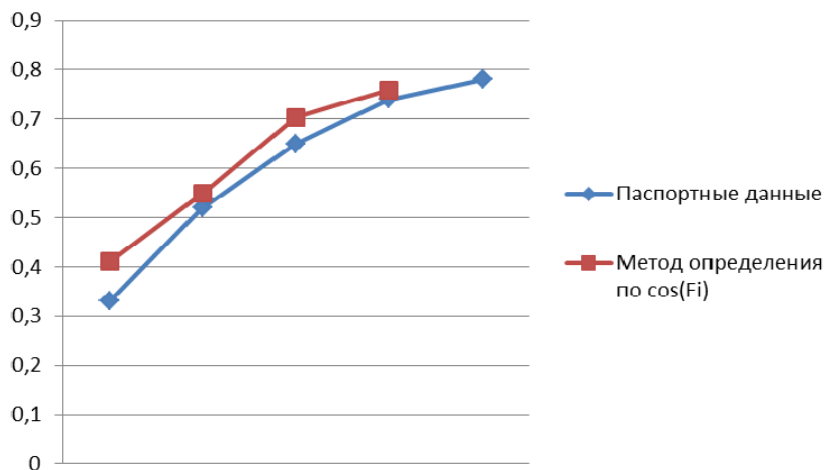


Рис. 2. Реальная зависимость КПД от полезной мощности P_2 и зависимость, полученная методом интерполяции по $\cos\phi$ для электродвигателя 4A80B6У3

Второй метод приближенного определения КПД асинхронного электродвигателя рассчитывается по параметрам «Г»-образной схемы замещения (рис. 3).

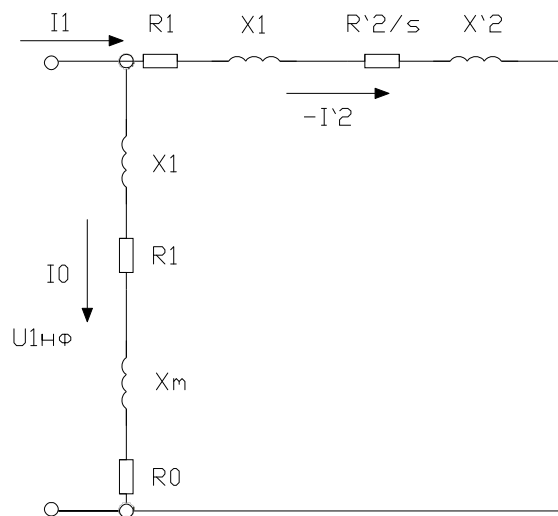


Рис. 3. Упрощенная «Г»-образная схема замещения асинхронного электродвигателя

С помощью простых бесконтактных способов определяется скорость (угловая частота) вращения ротора электродвигателя, далее определяется скольжение и рассчитываются рабочие характеристики, в том числе КПД и коэффициент мощности. Метод хорош тем, что в расчет вводится реальное значение напряжения сети, скорость (угловая частота) вращения ротора, а значения тока статора, коэффициента мощности можно проверить по его реальным измеренным величинам. Точность определения КПД в данном случае достаточно высока и соответствует уровню инженерных расчетов.

Таким образом, можно за небольшой промежуток времени оценить состояние типового, а также наиболее мощного оборудования цехов и далее проводить более точные измерения при необходимости в соответствии с методами, предложенными в ГОСТ 7217–87, и при необходимости проводить расчеты для определения стоимости замены асинхронного двигателя на другой.

Л и т е р а т у р а

1. Гольдберг, О. Д. Электромеханика : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; под ред. О. Д. Гольдберга. – М. : Академия, 2007. – 512 с.
2. Коварский, Е. М. Испытание электрических машин / Е. М. Коварский, Ю. И. Янко. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.

Научное издание

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

**МАТЕРИАЛЫ
XIII Международной научно-технической
конференции студентов, магистрантов
и молодых ученых**

Гомель, 25–26 апреля 2013 года

Ответственный за выпуск Н. Г. Мансурова

В авторской редакции

Компьютерная верстка: Н. Б. Козловская, М. В. Кравцова, Е. Б. Ящук

Подписано в печать 11.09.13.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 59,05. Уч.-изд. л. 49,53.

Тираж 99 экз. Заказ № /47.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр Учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48