

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

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

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

Гомель, 26–27 апреля 2012 года

Гомель 2012

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 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.

ISBN 978-985-535-119-2.

Содержатся материалы XII 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 978-985-535-119-2

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Потапенко П. В., Левков К. Л. Технологии быстрого прототипирования в Республике Беларусь | 11 |
| Купраш Е. А. Конструкция и технология изготовления колеса скутера из армированных термопластов | 13 |
| Черняков С. Г. Размерный анализ точности сборки планетарного эксцентрикового редуктора..... | 16 |
| Засименко А. В., Мороз В. А., Макаревич Е. М., Северин П. А. Исследование напряженно-деформированного состояния направляющих координатного стола электро моделирующего устройства с помощью пакета SOLIDWORKS 2011 | 19 |
| Прокопчик С. В. О подходах к автоматизированному расчету оптимальных режимов резания при одноинструментальной обработке на сверлильных станках... | 22 |
| Иоффе М. Д. Моделирование кавитационных процессов при обработке скважин гидродинамическими пульсаторами | 25 |
| Тишкевич В. А., Старавойтов Д. В., Лаевский Д. В. Исследование течения жидкости через проточную полость гидрораспределителей | 28 |
| Миренков В. В. Анализ нагруженности рабочих органов жатки для уборки зерновых культур шириной захвата 12 метров методом конечных элементов..... | 32 |
| Минченко А. М. Разработка подъемно-навесного устройства для универсального энергетического средства третьего поколения | 35 |
| Галкин Е. А., Лапухина Н. М. Исследование течения малосжимаемой среды через дросселирующее устройство регулируемого типа «сопло–заслонка» с использованием метода конечных элементов..... | 39 |
| Лаевский Д. В., Тишкевич В. А. Анализ расходно-перепадных характеристик течения потока жидкости в золотниковых пропорциональных гидрораспределителях..... | 42 |
| Венгер В. В. Математическое моделирование питающе-измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна КСК-600 | 46 |
| Гончаров П. С. Разработка конструкции привода сельскохозяйственной лебедки с планетарным прецессионным редуцирующим механизмом | 49 |
| Трусов И. В. Разработка конструкции прецессионного мотор-редуктора для привода шнекового конвейера установки нории FPK-50..... | 52 |
| Фитцова Е. С. Редукторные вставки электробуров | 56 |
| Прудников А. П. Разработка автотракторного дифференциала повышенного трения на базе передачи с промежуточными телами качения | 59 |
| Богацкий В. Д. Исследование влияния точности режущих элементов червячных фрез на кинематическую образующую зубьев зубчатых колес | 62 |
| Астапович А. А., Калиновский А. А. Анализ точности многошпиндельных насадок агрегатных станков с ЧПУ | 65 |
| Ермоченко О. А. Исследование геометрических параметров ротационного резца..... | 68 |
| Никитенко Д. В. Оптимизация состава припоя с абразивосодержащим наполнителем по критерию прочности на растяжение | 71 |
| Куликов И. А., Игнатович А. В., Ковалев А. С. Оптимизация технологической системы по критерию риска | 74 |

| | |
|---|----|
| <i>Ворочкин Д. Г.</i> Численная оптимизация динамических параметров плоских рычажных механизмов | 77 |
| <i>Исаенко Д. В.</i> Анализ движения воздушных потоков вентилятора системы охлаждения ДВС | 80 |
| <i>Яцко К. Н.</i> Компьютерное моделирование процессов деформирования рабочих органов и рамной конструкции лушильника ЛДТ-3,5 | 83 |
| <i>Баран И. А.</i> Проблемы компьютерного моделирования аэродинамических процессов в комбайностроении | 86 |

Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

| | |
|--|-----|
| <i>Сайчук А. В.</i> Электроосаждение сплавов Zn–Ni–Co при воздействии рентгеновского излучения | 90 |
| <i>Лавыш Д. В.</i> Влияние рентгеновского излучения на коррозионную стойкость защитных гальванических покрытий | 92 |
| <i>Арсеньева Ю. С.</i> Влияние рентгеновского излучения на электроосаждение композиционных покрытий на основе цинка и никеля | 94 |
| <i>Крижевский И. М., Яньшин М. Д.</i> Разработка порошковых композиций на основе диспергированных отходов твердого сплава и исследование процессов структуро- и фазообразования при их высокоскоростном механическом диспергировании | 97 |
| <i>Хромова Л. С., Юрусов Д. В.</i> К вопросу влияния особенностей дисперсионного твердения на свойства диффузионно-упрочненных карбонитридных слоев быстрорежущей стали Р6М5 | 100 |
| <i>Радькин Я. И.</i> Исследование аэродинамики ротационных качающихся печей | 103 |
| <i>Поздняков Е. П.</i> Влияние криогенной обработки на контактную усталость быстрорежущей стали Р6М5 | 106 |
| <i>Максачев В. С.</i> Применение атомно-силовой микроскопии для определения модуля упругости диффузионных покрытий | 110 |
| <i>Ермаченко Я. А.</i> Влияние режимов химико-термической обработки на структурообразование карбидных слоев быстрорежущих сталей | 112 |
| <i>Ядренцев В. А., Чуясов И. А.</i> Разработка конструкции радиационного рекуператора на основе прочностного и аэродинамического моделирования | 116 |
| <i>Мельник Т. С., Володькина Е. С.</i> Изменение физико-механических свойств быстрозакаленного сплава на железной основе в процессе изотермического отжига | 120 |
| <i>Тарас К. О.</i> Атриторное диспергирование быстрозакаленных из расплава волокон | 123 |
| <i>Зуевич А. М.</i> Методика определения волоочильного оборудования | 127 |
| <i>Авсейков С. В.</i> Численное моделирование изменения свойств проволоки в процессе свивки металлокорда | 129 |
| <i>Урецкая О. В., Дробышевская Н. Е., Подденежный Е. Н.</i> Усовершенствование методики создания люминофорных покрытий на стеклянных подложках для светодиодных фотопреобразователей осветительных приборов белого цвета | 133 |
| <i>Прач С. И.</i> Способ латунирования проволоки | 136 |
| <i>Прусенко И. Н.</i> Анализ эффективности использования различных типов источников питания для плавки в индукционных среднечастотных печах | 139 |
| <i>Шпаковская О. И., Щербакова Н. А.</i> Оптимизация габаритных размеров и раскрытия упаковки из картона | 143 |
| <i>Харланова А. В.</i> Диффузионно-легированный порошок на основе чугуновой дроби для магнитно-электрического упрочнения | 148 |

| | |
|---|-----|
| Боровиков А. А. Методика расчета энергосиловых параметров прошивки трубной заготовки | 150 |
| Феофилов В. В. Определение размеров сечения полосы при прокатке на блюминге ... | 153 |

Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

| | |
|--|-----|
| Бояршинов А. Ю., Фурсова Т. Н. Влияние геометрии профиля елочного хвостового соединения рабочих лопаток паровых турбин на его напряженное состояние | 157 |
| Мясникович В. В., Сверчков С. А. Теплотехнологический анализ линии автоклавной обработки производства ячеистого бетона с целью повышения энергетической эффективности использования топливно-энергетических энергоресурсов..... | 160 |
| Бобич А. А. Регулирование генерации электроэнергии при повышении эффективности ТЭЦ..... | 163 |
| Рабкевич Ю. П., Левков К. Л. Повышение энергоэффективности на предприятиях по производству ячеистого бетона..... | 166 |
| Ланкевич Ю. И., Синенький А. В. Моделирование систем комплексного энергообеспечения агрогородков..... | 170 |
| Вишнеревский В. Т. Анализ вариантов построения замкнутых систем автоматического управления электроприводами с упругими связями..... | 173 |
| Капитонов О. А. Пути совершенствования конструкции энергоресурсосберегающих асинхронных электродвигателей..... | 176 |
| Радоман Н. В. Алгоритм оптимизации режима энергосистемы по потерям с усредненным часовым интервалом..... | 179 |
| Кошевой Д. И. Изучение характеристик электростатических полей методом математического моделирования | 182 |
| Суськова И. М. Оптимизация технологического процесса производства биодизельного топлива | 186 |
| Трошев Д. С., Дегтяренко А. В., Васько С. В. Сравнение энергетической эффективности абсорбционных и парокомпрессионных теплонасосных установок..... | 189 |
| Странковский А. Ю. Внедрение детандор-генераторной установки УДГУ-4000 на Гомельскую ТЭЦ-2..... | 193 |
| Балько Д. С. К расчету нелинейных электрических цепей переменного тока методом эквивалентных синусоид..... | 196 |
| Беляй А. Н. Автоматизированная справочная система по энергоэффективному применению термореновации зданий и сооружений | 198 |
| Соболев Е. В., Добродей А. О. Конструкции оптической системы светодиодных осветительных приборов на основе удаленных дискретных фотопреобразователей | 201 |
| Волкова Е. Н., Якимченко В. Г. Теплообмен при кипении озонобезопасного хладагента R134a в условиях повышенных температур кипения | 204 |
| Плотников Е. А., Рубанов А. Н. Замена ламп накаливания современными источниками света..... | 207 |
| Шведова О. С. Методы определения значений показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения предприятий..... | 210 |

Секция IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

| | |
|--|-----|
| <i>Старостенко В. О.</i> Программный поиск псевдослучайных последовательностей с наилучшими взаимно корреляционными функциями..... | 213 |
| <i>Хананов В. А.</i> Емкостной датчик для определения положения золотника гидроаппарата..... | 214 |
| <i>Толстенков А. А.</i> Развитие многомерно-временного операторного метода анализа элементов САУ для решения задачи синтеза и идентификации нелинейных систем, охваченных обратной связью..... | 217 |
| <i>Сахарук А. В.</i> Устройство бесконтактного дистанционного управления питанием..... | 221 |
| <i>Столбов М. В.</i> Устройство управления клапаном внутритрубного герметизатора..... | 224 |
| <i>Михалевич Д. П.</i> Конструкция феррозонда для бесконтактного измерителя постоянного тока..... | 227 |
| <i>Лукашов В. М.</i> Синтез корректирующих цепей в преобразовательной технике и силовой электронике..... | 231 |
| <i>Мельников А. В.</i> Импульсный стабилизатор анодного тока для станции катодной защиты..... | 234 |
| <i>Карпов А. В., Хананов В. А.</i> Измерительный преобразователь для датчика ускорения..... | 237 |
| <i>Барауля Д. В., Кутень А. А.</i> Оптимизация резонаторно-целевого излучателя для антенны РЛС сантиметрового диапазона..... | 240 |
| <i>Ягур А. А.</i> Аппаратно-программная система управления, основанная на контроллерах ICP..... | 243 |
| <i>Ильициц Е. А.</i> Подробный вывод уточненной формулы вероятности неприема псевдослучайной последовательности по зачетному отрезку..... | 246 |

Секция V. ЭКОНОМИКА

| | |
|--|-----|
| <i>Фраймович В. Л.</i> Особенности развития инновационной деятельности в Республике Беларусь..... | 250 |
| <i>Римашевская С. А.</i> Оценка конкурентоспособности выпускаемой продукции на предприятии машиностроения..... | 252 |
| <i>Павловская И. В.</i> Разработка программного обеспечения для управления процессом подготовки производства к выпуску нового изделия..... | 255 |
| <i>Купина Д. И.</i> Проблемы оценке рыночной стоимости предприятий..... | 258 |
| <i>Крупкина А. В.</i> Оптимизация управления производственными запасами..... | 261 |
| <i>Гринько А. М., Кишея Е. Г.</i> Перспективы развития упрощенной системы налогообложения в Республике Беларусь..... | 264 |
| <i>Левицкий Д. И.</i> Малый бизнес как будущее экономики Беларуси..... | 267 |
| <i>Рагач А. С.</i> Взаимосвязь между расходами на топливо и расходами на последующие ремонты подвижного состава..... | 268 |
| <i>Плесская С. Л.</i> Основные направления совершенствования ценовой политики машиностроительного предприятия..... | 271 |
| <i>Полякова А. В.</i> Бенчмаркинг как элемент стратегии повышения конкурентоспособности предприятия..... | 273 |
| <i>Силивончик А. Н., Евменов Д. С.</i> Пути совершенствования состояния окружающей среды в Республике Беларусь..... | 276 |
| <i>Охотенко А. С.</i> Методика выбора рациональной схемы организации закупочной логистики в Республике Беларусь..... | 279 |

| | |
|--|-----|
| <i>Родионова Н. Г.</i> Оценка стоимости предприятия при его приватизации (на примере РУП «ГЗЛиН») | 283 |
| <i>Курачева А. Ю.</i> Роль квалификации персонала в обеспечении качества продукции (на примере РУП «ГЗ «Гидропривод»)..... | 286 |
| <i>Андреевко Я. Н.</i> Инновационные банковские технологии: NFC и RFID..... | 289 |
| <i>Литош А. Н.</i> Платежеспособность предприятия как главный признак финансовой устойчивости | 292 |
| <i>Лозюк Н. В.</i> Анализ управления рисками в сфере трудовых и хозяйственных отношений в Республике Беларусь..... | 295 |
| <i>Куприенко А. В.</i> Оптимизация кредитной политики РУП «ГЗЛиН»..... | 297 |

Секция VI. МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

| | |
|--|-----|
| <i>Меллер Я. А.</i> Что препятствует активизации инновационной деятельности на белорусских предприятиях | 301 |
| <i>Иванюшина А. В.</i> Роль общения в деятельности современного менеджера | 303 |
| <i>Соловей К. И.</i> Альтернативный источник инвестирования в основной капитал | 307 |
| <i>Митина В. А.</i> Особенности применения стратегий управления кредитным риском в банке | 309 |
| <i>Храмов К. В.</i> Структурированные депозиты на финансовом рынке Беларуси..... | 312 |
| <i>Баленкова Е. В.</i> Формы международных банковских расчетов в Республике Беларусь в современных условиях..... | 314 |
| <i>Кличковская А. А.</i> Некоторые направления развития творческого потенциала студенческой молодежи | 317 |
| <i>Габибова Ю. А.</i> Проблемы экспорта продукции пищевой промышленности Республики Беларусь..... | 320 |
| <i>Глухатаренко Е. Я.</i> Современные формы экономической интеграции | 323 |
| <i>Аврамчик Т. Л.</i> Основные направления совершенствования деятельности автотранспортных предприятий | 326 |
| <i>Лаханская Е. В.</i> Методические подходы к планированию прибыли в современных условиях хозяйствования | 329 |
| <i>Запольская Е. А.</i> Анализ финансовых результатов деятельности предприятия | 332 |
| <i>Беланов Р. Н.</i> Развитие инновационной инфраструктуры Гомельской области..... | 335 |
| <i>Саветникова Е. А.</i> Совершенствование управления конкурентоспособностью продукции на хлебобулочных предприятиях Республики Беларусь (на примере Быховского РУПП «Могилевхлебпром» филиал «Быховский хлебозавод»)..... | 338 |
| <i>Степаненко Е. С.</i> Основные аспекты организации эффективной системы диагностики риска банкротства предприятия | 341 |
| <i>Сератин Н. С.</i> Моделирование краткосрочного прогноза изменения валютного курса.. | 344 |
| <i>Кулиш Е. В.</i> Проблемы экономической интеграции с Европейским союзом..... | 346 |

Секция VII. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

| | |
|---|-----|
| <i>Вечорко Д. С., Марковская Д. А., Карась Д. А.</i> Перспективы промышленного производства зеленных и редких культур..... | 350 |
| <i>Дубинина З. И., Клебча А. В.</i> Мониторинг состояния рынка овощей | 353 |
| <i>Будник И. А.</i> Комплексный подход к формированию цены на рынке продукции производственно-технического назначения | 356 |

| | |
|---|-----|
| Игнатенко А. Н. Состояние отрасли мясного скотоводства и пути повышения ее эффективности в хозяйствах Могилевской области | 359 |
| Семенченко А. И. Направления повышения конкурентоспособности зерновых в Могилевской области..... | 362 |
| Ермалинская Н. В. Концептуальная модель построения организационно-экономического механизма эффективного функционирования интегрированных структур в агропромышленном комплексе | 366 |
| Кричун А. С. Энергосберегающие технологии сушки древесины на базе использования отходов производства (сушка шпона топочными газами) на примере ОАО «Гомельдрев»..... | 369 |
| Добровольская Ю. В. Эффективность инвестиционной деятельности в условиях ограниченности источников финансирования..... | 372 |
| Будович Т. В. Особенности формирования и реализация механизма управления риском в аграрном секторе экономики | 374 |
| Щукина Л. В. Подходы к оценке устойчивости развития сельского хозяйства региона | 377 |
| Савочкина Д. В. Интеллектуальные системы учета электрической энергии | 381 |
| Шевелева Т. А. Оценка экономической эффективности концентрации сельскохозяйственного производства региона..... | 384 |
| Якимов Е. А., Ковалев Д. М. Перспективы использование тепла системы охлаждения трансформаторов для отопления помещений | 387 |
| Матьякубов А. А. Альтернативная энергетика в Туркменистане: возможности и перспективы | 389 |
| Мальнова И. В. Оценка процессов инвестирования в агропромышленном комплексе в Республике Беларусь..... | 392 |

Секция VIII. МАРКЕТИНГ

| | |
|--|-----|
| Назарова М. С. Маркетинговые стратегии вывода на новые рынки продукции мясоперерабатывающих предприятий | 395 |
| Воробей О. С. Конкурентоориентированность на рынке инвестиционных товаров..... | 397 |
| Молош А. Н. Повышение конкурентоспособности продукции в современных рыночных условиях | 401 |
| Макария Е. А. Применение профессиональной ароматизации туристской организацией с целью снижения рисков потери клиентов | 404 |
| Бойко М. А. Выбор объектов в средствах массовой информации для спонсорского участия..... | 407 |
| Красева Ю. С. Совершенствование комплекса маркетинга на ОАО «Молочные продукты»..... | 409 |
| Агеева О. В. Создание регионального туристского кластера как формы повышения эффективности организации туризма..... | 412 |
| Юрченко Е. Г. Совершенствование системы управления качеством туристских услуг | 415 |
| Бумблис З. А. Состояние рынка метизной продукции Российской Федерации | 419 |
| Фукова И. А. Вспомогательный счет туризма | 422 |
| Домород А. В. Разработка медицинских критериев для оценки эффективности деятельности санаторно-курортного хозяйства Республики Беларусь | 425 |

| | |
|---|-----|
| <i>Лифанова М. В.</i> Использование мероприятий по стимулированию сбыта на ОАО «Речицкий текстиль» | 428 |
| <i>Антушевич Е. В.</i> Формирование имиджа спортивного клуба «Гомельский волейбольный клуб» | 431 |
| <i>Гвоздева Н. С.</i> Совершенствование упаковки товара на ОАО «Мозырьсоль»..... | 434 |
| <i>Михалевич Д. С.</i> Определение категории «экономическая устойчивость предприятия» как обязательное условие изучения внутренней среды маркетинга | 437 |
| <i>Богданович Т. С.</i> Исследование вендинговой торговли как инструмента коммуникационной и распределительной систем..... | 441 |
| <i>Харытанчук Я. С.</i> Экономическая эффективность создания и использования печатной (полиграфической) рекламы ЧУП «Полесские сыры» | 444 |

Секция IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Шлык В. А.</i> Повышение контрастности снимков микрообъектов..... | 447 |
| <i>Гиль Н. Н., Безъязычная В. В., Артеменкова А. Г.</i> Планирование и проведение экспериментов по оценке точности результатов и методов измерений в аккредитованных лабораториях..... | 450 |
| <i>Ковалев П. О., Земсков Ю. В., Чайкова Л. Д.</i> Колориметрия поверхностей системами с высоким пространственным разрешением | 453 |
| <i>Лубяко В. М.</i> Компьютерная среда для автоматизированной обработки данных в аналитической лаборатории | 456 |
| <i>Неклюдов А. В., Кузнецов М. С.</i> Преимущества применения специализированных САПР металлорежущих инструментов..... | 459 |
| <i>Коленчукова М. М.</i> Автоматизация планирования и мониторинга процесса ликвидации осложнений при бурении нефтяных скважин | 462 |
| <i>Емельянов Д. С.</i> Автоматизация проектирования комбинационных схем с минимальной переключательной активностью | 464 |
| <i>Белявский А. А.</i> Разработка программного обеспечения адаптируемой информационной системы ведения государственной статистической отчетности.. | 467 |
| <i>Храбров Д. Е.</i> Методика создания синтезатора генераторов псевдослучайных последовательностей на клеточных автоматах | 470 |
| <i>Ясонов А. А.</i> Автоматизация проектирования генератора псевдослучайных последовательностей на основе принципа децимации | 473 |
| <i>Аниховский П. П.</i> Моделирование цементирования скважин | 476 |
| <i>Емельяничков А. О.</i> Линейная алгебра и теория размерностей..... | 479 |
| <i>Яськова О. А.</i> Анализ и прогноз численности населения Республики Беларусь..... | 482 |

Секция X. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

| | |
|--|-----|
| <i>Косько А. Н., Протосовицкий Д. И.</i> Определение переходного тока сельскохозяйственного приемника электроэнергии с неизвестными эквивалентными параметрами в цепи с трансформатором..... | 486 |
| <i>Тукайло П. Н.</i> Устройство для получения длинного льняного волокна | 489 |
| <i>Савкова Т. Н., Соболев Е. В., Широкова Д. О.</i> Исследование светотехнических характеристик светодиодного источника света производства Республики Беларусь..... | 492 |

| | |
|--|-----|
| <i>Алферов А. А.</i> Оценка потерь мощности через изоляцию кабельных линий на промышленных предприятиях при наличии в сети гармоник, отличных от фундаментальной..... | 496 |
| <i>Гуз А. Ю.</i> Использование светодиодных источников света в системах освещения промышленных предприятий | 499 |
| <i>Чаус О. В.</i> Разработка принципов представления информации на видеотерминалах | 502 |
| <i>Алферова О. А.</i> Перспективы применения инверторных источников питания сварочной дуги | 505 |
| <i>Дробов А. В., Бахур С. И.</i> Современные проблемы энергосбережения и применение системного подхода при решении задач связанных с повышением энергоэффективности в машиностроительной отрасли | 509 |

СЕКЦИЯ I МАШИНОСТРОЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

П. В. Потапенко, К. Л. Левков

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

Научный руководитель П. В. Веремей

Технологии быстрого прототипирования (БП, англ. термин rapid prototyping technologies (RP-technologies)) – это класс процессов, которые автоматически создают сложные трехмерные физические объекты без инструментального их изготовления, путем преобразования данных, поступающих из САД-системы. В настоящее время насчитывается несколько десятков методик БП, от экзотичных (например, Freeze Water Method (FWM) – метод послойного замораживания воды для выращивания изделий из льда), до коммерчески успешных. Например, метод лазерной стереолитографии (англ. термин – Stereo Lithography Apparatus (SLA)); процесс послойной заливки экструдированным расплавом полимера (англ. термин – Fused Deposition Modeling (FDM)); метод селективного лазерного спекания (англ. термин – Selective Laser Sintering (SLS)); процесс трехмерной печати (англ. термин – 3D-printing Ink Jet technology); метод послойного формирования моделей из листового материала (англ. термин – Laser Object Manufacturing (LOM)); методы лазерной объемной наплавки (англ. термин – Direct Metal Deposition (DMD)) [1]–[4]. Каждая технология имеет свои достоинства и недостатки, связанные с производительностью, материалом, временем изготовления, точностью полученных деталей, стоимостью изготовления и т. д. В табл. 1 представлен сравнительный анализ применения различных технологий БП.

Сравнительный анализ применения различных технологий БП

| № п/п | Технология | Достоинства | Недостатки |
|-------|-------------|---|--|
| 1 | SLA | Относительно высокая скорость и точность построения; процесс автоматизирован | Химическая токсичность фотополимера; его усадка при отверждении; необходимы «подпорки» и постобработка |
| 2 | FDM | Широкая гамма материалов; высокая производительность | Возможно расслоение; малая прочность на сдвиг; необходимы «подпорки» |
| 3 | SLS | Отсутствие «подпорок» при построении модели; недорогие материалы; малые деформации | Высокая шероховатость и пористость модели; неравномерная плотность модели |
| 4 | 3D-printing | Стоимость оборудования значительно ниже, чем при SLA, FDM, SLS; малые деформации | Низкая прочность и точность готовой модели |
| 5 | LOM | Возможность получения функциональных моделей; малые деформации | Низкий коэффициент использования материала; возможна деламинация (расклеивание) |
| 6 | DMD | Широкий спектр металлических порошков; возможность получения монолитных 3D-объектов | Высокая стоимость оборудования; для применения метода необходима основа, на которую и будет производиться наплавка |

Несмотря на многообразие методов БП, почти все современные системы работают по схожему принципу, который включает следующие этапы:

- создание 3D-модели при помощи САПР технологий;
- запись готовой модели в STL-файл (все современные САПР-системы твердотельного моделирования могут создавать файлы в таком формате);
- добавление вспомогательных перегородок для повышения жесткости модели (впоследствии они удаляются);
- разбиение STL-файла на сечения и ввод параметров обработки;
- последовательное построение сечений детали слой за слоем до получения готовой физической модели.

Появление термина «быстрое прототипирование» связано с первоначальным применением данных технологий: быстрое изготовление опытных образцов в процессе разработки продукта. Основной целью внедрения технологий БП было решение ряда задач, возникающих при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР):

- создание функциональных моделей установок;
- визуализация агрегатов и процессов при их конструировании;
- контроль собираемости сложных механизмов;
- разработка моделей для изготовления прототипов;
- создание презентационных моделей и макетов;
- непосредственное выращивание деталей машин и механизмов;
- создание моделей для литья металлов;
- изготовление компонентов оснастки;
- визуализация при создании инструментов;
- проведение эргономических исследований;
- другие области применения.

Однако бурное развитие этих технологий, освоение новых методик и материалов позволяет уже сегодня получать готовые функциональные изделия, отвечающие эксплуатационным требованиям. Все это значительно расширяет область применения технологий БП (рис. 1).



Рис. 1. Распределение применения технологии БП по отраслям

В Республике Беларусь первые шаги по внедрению технологий БП в производственный процесс уже сделаны. Они применяются на стадии разработки нового продукта, а также для получения готовых изделий. Например, на ЗАО «АТЛАНТ» их используют для отработки конструкций элементов холодильного оборудования, на ОАО «МАЗ» – для изготовления элементов кузова и др. Также на белорусском рынке представлены компании, ориентированные на быстрое изготовление прототипов, оснастки, опытных серий пластмассовых и металлических деталей (например, МСП Технолоджи). Однако широкого применения в промышленности Республики Беларусь пока эти технологии не нашли. Во многом это можно объяснить малой осведомленностью (в первую очередь конструкторов и технологов) в данной области. Игнорирование этого вопроса лишает их преимуществ, предоставляемых технологиями БП.

Совмещение технологий САПР и БП позволяет разработчику быстро и эффективно преобразовать виртуальные образы деталей в опытные модели или же в готовую продукцию. Это позволяет снизить себестоимость, сократить сроки выпуска новой продукции на полпорядка, а иногда и на порядок, что, безусловно, является важным аспектом для выпуска конкурентоспособной продукции.

Следует отметить, что рассмотренное направление бурно развивается. Это дает широкий простор для научно-инновационной деятельности, причем тенденции развития таковы, что речь идет уже не только о создании точных копий (моделей) деталей машин, но и об изготовлении функциональных изделий, обладающих высокими эксплуатационными показателями. Наиболее перспективными в этом плане являются методы SLS и трехмерной лазерной наплавки.

Литература

1. Шишковский, И. В. Лазерный синтез функционально-градиентных мезоструктур и объемных изделий / И. В. Шишковский. – М. : Физматлит, 2009. – 421с.
2. Технология приборостроения : учеб. пособие / В. А. Валетов [и др.]. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. – 336 с.
3. Инженерный центр «Компактные интеллектуальные технологии». – 4 апр. 2012. – Режим доступа: <http://centr-kit.com.ru/proto.php>.
4. Компания «МСП Технолоджи». – 4 апр. 2012 г. – Режим доступа: <http://mcptech.by>.
5. Muhammad, E. H. Rapid prototyping technology – principles and functional requirements – Rijeka, Croatia:Janeza Trdine, 2011. – 402 с.

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЕСА СКУТЕРА ИЗ АРМИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ

Е. А. Купраш

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель В. П. Ставров

Опыт зарубежных фирм показывает, что применение волокнистых композиционных материалов в конструкциях колес транспортных средств позволяет снизить массу изделия без ухудшения его эксплуатационных качеств. Обычно в качестве матрицы используют термореактивные (чаще эпоксидные) смолы, а в качестве армирующего наполнителя – высокопрочные, но дорогостоящие углеродные или арамидные волокна [Dymag, BST]. Ввиду анизотропии структуры и свойств волокнистых композитов обеспечение требований, предъявляемых к жесткости и прочности различных элементов конструкции колеса, возможно только при неоднородном армировании, а это усложняет технологию и повышает затраты на изготовление изделия. Колеса из композитов получаются дорогими, а их конкурентоспособность по сравнению с аналогами из стали и алюминиевых сплавов весьма ограничена.

Цель данной работы – повышение конкурентоспособности колес из волокнистых композитов за счет применения относительно дешевых термопластичных полимеров, армированных стеклянными волокнами.

Для получения композиционного материала с высокими показателями жесткости и прочности применяется пултрузионная технология пропитки стеклоровинга расплавом матричного полимера [1].

В качестве матричного полимера используются полиамид-6 или полибутилентерефталат, обладающие достаточно высокими механическими свойствами стойкостью при внешних воздействиях, типичных для условий эксплуатации колес транспортных средств.

Конструктивные и технологические решения прорабатывались на примере колеса скутера под шину 110/80-10/Д. С учетом специфики применяемого материала выбрана конструкция колеса в виде спиц, получаемых намоткой, и обода, охватывающего спицы с образованием прочного соединения (рис. 1).

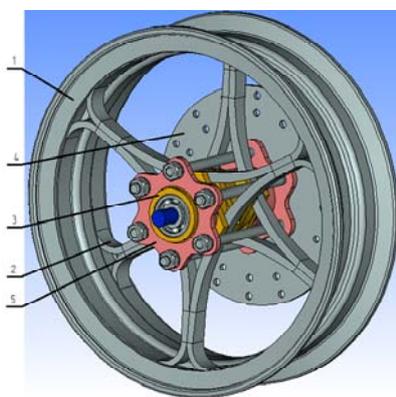


Рис. 1. Колесо из армированных термопластов для скутера:
1 – обод; 2 – спица; 3 – ступица; 4 – тормозной диск; 5 – втулка

В спицах (рис. 2) волокнистый композит имеет однонаправленную структуру. Показатели механических свойств материала оценены по значениям показателей жесткости и прочности компонентов на основе известных методов прогнозирования [2]. Массовая доля стеклянных волокон в композите 50–60 % (ограничена условиями пропитки стеклоровинга высоковязкими расплавами матричного полимера).

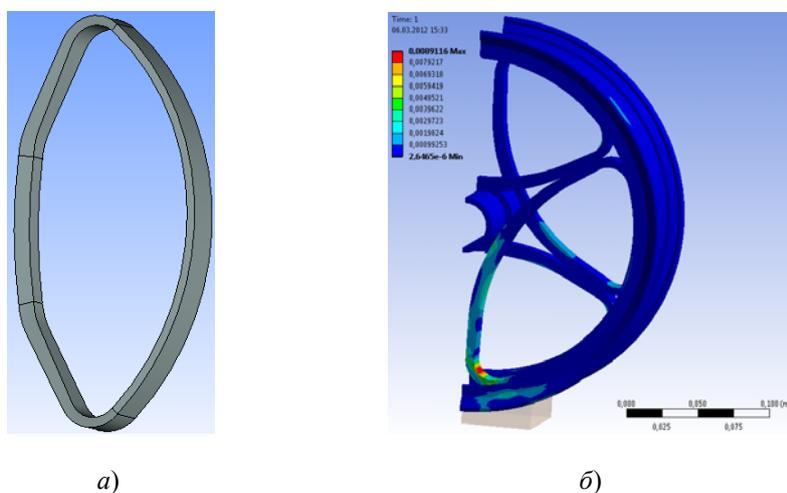


Рис. 2. Конструкция спицы для варианта колеса с шестью спицами (а) и распределение напряжений при радиальной нагрузке на колесо (б)

Материал обода (рис. 1) имеет анизотропную и гибридную структуру, задаваемую с учетом напряженного и деформированного состояния частей в различных условиях эксплуатации. Характеристики материала в каждой части обода также рассчитаны по формулам прогнозирования [2]. При этом в качестве основного элемента гибридной структуры принят однонаправленный элемент, свойства которого аналогичны свойствам материала спиц, поскольку гибридная структура материала обода формируется из однонаправленных лент (препрега), получаемых по такой же пултрузионной технологии.

Параметры нагрузки, при которых выполнены расчеты на жесткость и прочность, приняты для типичных режимов эксплуатации скутера (движение по неровной дороге, торможение и др.) и с учетом условий нагружения и параметров нагрузки изделий-аналогов [3].

Расчеты выполнены по методу конечных элементов в среде ANSYS. По результатам расчета найдены параметры сечений спиц и обода (рис. 1, 2). Масса колеса (без учета ступицы, которая аналогичная аналогам и выполняется из алюминиевого сплава, тормозного диска, который также имеет заимствованную конструкцию и их элементов крепления) составляет 0,7–0,8 кг.

Технология изготовления колеса включает намотку спиц, установку спиц в центрирующем устройстве, в котором предварительно закреплена ступица, намотку обода (с одновременной обмоткой спиц и калиброванием по посадочным поверхностям).

Для изготовления спиц принята одностадийная технология, предусматривающая пропитку стеклоровинга расплавом термопластичного матричного полимера и намотку на оправку непосредственно после формирования препрега. «Окна процесса», задающие силоскоростные режимы намотки, рассчитаны в результате решения системы уравнений, связывающих натяжение препрега и скорость его перемещения как функцию вязкости расплава [4]. Расчетная производительность намотки спиц из стеклоармированного полиамида-6 и полибутиленфталата литьевых марок – до 5 м/мин (до 100 шт./ч).

Разработана оригинальная технология формообразования обода из стеклоармированных лент с такой же матрицей, что и спицы.

Спицы собираются со ступицей на центрирующем приспособлении, выполняющем одновременно функции оправки при намотке обода (рис. 3).

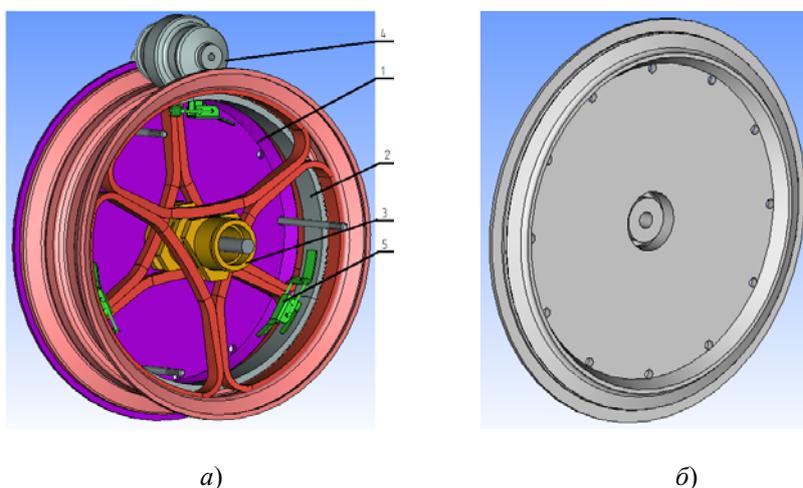


Рис. 3. Оправка для намотки обода (а) и боковая накладка (б):
1 – боковые накладки; 2 – центральное кольцо; 3 – ступица;
4 – ролик; 5 – защелка

Спицы обматываются препрегом гибридной структуры, формируемым непосредственно перед намоткой на вспомогательной оправке. Структура препрега рассчитана из условия жесткости и прочности элементов обода – болтовых закраин и посадочной части – и условия деформирования (драпируемости) слоев однонаправленных волокон, укладываемых на поверхность двоякой кривизны. Режимы намотки задаются из условия консолидации материала обода и спиц и формообразования обода с заданной геометрией.

Изложенные технические решения опробованы на макетах изделия. Разработана конструкция специальных средств технологического оснащения, необходимых для осуществления технологии.

Расчеты показывают, что предлагаемая конструкция колеса и технология его изготовления из армированных термопластов имеют преимущества перед известными техническими решениями и обеспечивают получение конкурентоспособных изделий. Примененная для изготовления элементов колеса одностадийная технология намотки однонаправленно армированного препрега с термопластичной матрицей обладает значительной гибкостью и может быть использована для получения других стержневых изделий с криволинейной осью.

Л и т е р а т у р а

1. Ставров, В. П. Формообразование изделий из композиционных материалов / В. П. Ставров. – Минск : БГТУ, 2006. – 482 с.
2. Ставров, В. П. Механика композиционных материалов / В. П. Ставров. – Минск : БГТУ, 2008. – 262 с.
3. Биргер, И. А. Прочность, устойчивость, колебания : справочник : в 3 т. / И. А. Биргер, Я. Г. Пановко. – М. : Машиностроение, 1988. – Т. 1. – 831 с.
4. Наркевич, А. Л. Особенности структуры и свойств стекловолоконистых композитов с термопластичной матрицей, полученных методом пултрузии : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Л. Наркевич. – Минск : БГТУ, 2009. – 24 с.

РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ СБОРКИ ПЛАНЕТАРНОГО ЭКСЦЕНТРИКОВОГО РЕДУКТОРА

С. Г. Черняков

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Капитонов

Исследуемый редуктор представляет собой планетарный редуктор с разностью чисел зубьев равной единице. Однако при использовании стандартного эвольвентного профиля зубьев сателлита такая передача не смогла бы функционировать вследствие наличия в зацеплении явления интерференции зубьев. Безинтерференционное зацепление обеспечивается только при условии модификации зубчатого зацепления, вследствие чего уменьшается толщина зуба сателлита.

Положительным моментом модификации профиля зуба является то, что после модификации наблюдается многопарность зубчатого зацепления. То есть в зацеплении состоит не одна пара зубьев, как в обычном зубчатом зацеплении, а две или три пары зубьев, в зависимости от числа зубьев сателлита. Вследствие этого можно сделать вывод о повышении нагрузочной способности данной передачи по сравнению с другими планетарными передачами при равных габаритных размерах.

В настоящее время для планетарных эксцентриковых редукторов с модифицированными зубьями сателлита нет разработок и исследований в области точности работы, точности изготовления деталей и точности сборки редуктора.

Схема планетарного эксцентрикового редуктора [1], [2] представлена на рис. 1.

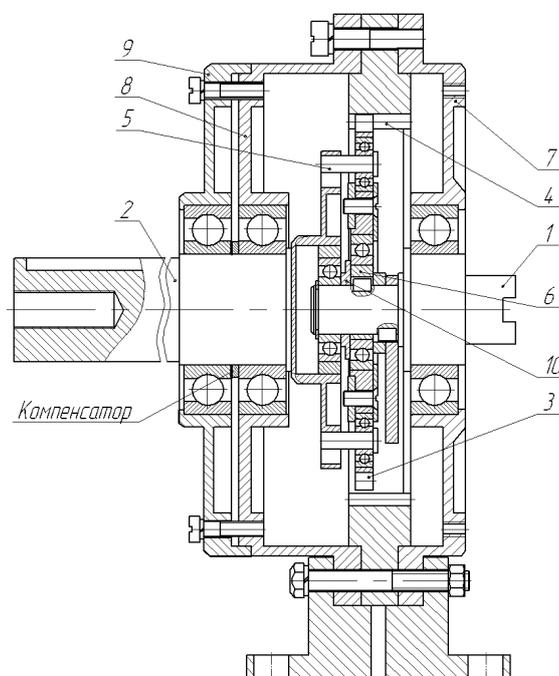


Рис. 1. Планетарный эксцентриковый редуктор:
1 – вал ведущий; 2 – вал ведомый; 3 – сателлит; 4 – центральное колесо;
5 – палец; 6 – эксцентрик; 7–9 – крышки; 10 – кольцо

Принцип работы редуктора состоит в следующем. При вращении ведущего вала 1 редуктора с закрепленным на нем с помощью шпонки эксцентрика 6, на котором установлен сателлит 3, последний обкатывается по центральному колесу внутреннего зацепления 4, совершая планетарное движение. Вращение сателлита передается ведомому валу 2 редуктора посредством пальцев 5, установленных в сателлите.

Для обеспечения точности сборки планетарного эксцентрикового редуктора с модифицированными зубьями сателлита была использована методика расчета размерных цепей [3].

Замыкающим звеном в данной размерной цепи является осевой зазор между торцом подшипника (звено A_6) и торцом кольца (звено A_7), равный $0^{+0,2}$ мм. Точность замыкающего звена может быть обеспечена двумя методами: методом неполной взаимозаменяемости и методом регулирования с применением неподвижного компенсатора.

В исследуемую размерную цепь входят звенья: A_1 – высота крышки 9; A_2 – высота крышки 8; A_3 – монтажная толщина центрального колеса 4; A_4 – высота крышки 7; A_5 – толщина упорного буртика в отверстии крышки 9; A_6 , A_8 и A_{16} – ширина подшипника; A_7 – толщина распорного кольца; A_9 – расстояние от упорного буртика до торца ведомого вала 2; A_{10} – толщина кольца 10; A_{11} – толщина эксцентрика 6; A_{12} – толщина кольца; A_{13} – толщина диска; A_{14} – размер буртика; A_{15} – толщина упорного буртика; A_{17} – толщина упорного буртика в отверстии крышки 7.

Для расчета методом неполной взаимозаменяемости использовался способ одного квалитета точности, при котором на все звенья назначаются допуски, соответствующие одному квалитету.

Процент риска принят на уровне $P = 0,27\%$.

Для нахождения номинального размера замыкающего звена используется уравнение размерной цепи в номиналах:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \bar{A}_j - \sum_{j=1}^p \bar{A}_j, \quad (1)$$

где A_{Δ} – номинальный размер замыкающего звена; \bar{A}_j – номинальный размер j -го увеличивающего звена; \bar{A}_j – номинальный размер j -го уменьшающего звена; n – количество увеличивающих звеньев в размерной цепи; p – количество уменьшающих звеньев в размерной цепи.

Допуск замыкающего звена определяется по формуле

$$T_{\Delta} = t \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} \lambda_j^2 \cdot T_j^2}, \quad (2)$$

где T_{Δ} – допуск замыкающего звена; T_j – допуск j -го звена размерной цепи; t – коэффициент риска; m – количество звеньев размерной цепи; λ_j^2 – коэффициент, характеризующий закон рассеяния размеров.

Количество единиц допуска k определяется по формуле

$$k = \frac{T_{\Delta}}{t \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} \lambda_j^2 \cdot i_j^2}}. \quad (3)$$

При расчете допусков на размеры составляющих звеньев размерной цепи этим методом были получены допуски по восьмому квалитету точности.

Расчет размерной цепи методом регулирования с применением неподвижного компенсатора проводился согласно методике [3].

Наибольшая величина компенсации определяется из зависимости:

$$T'_{\Delta} = \sum_{j=1}^{m-1} T_j. \quad (4)$$

Минимальное число ступеней компенсации N_{\min} определяется по формуле

$$N_{\min} = \frac{\sum_{j=1}^{m-2} T_j}{T'_{\Delta} - T_k}, \quad (5)$$

где $\sum_{j=1}^{m-2} T_j$ – сумма допусков всех составляющих звеньев без допуска на компенсатор;

T_k – допуск на отдельный компенсатор в комплекте.

Величина ступени компенсации Δ определяется по формуле

$$\Delta = \frac{\sum_{j=1}^{m-2} T_j}{N}. \quad (6)$$

Расположение компенсатора указано на рис. 1.

Расчет размерной цепи методом регулирования позволил получить допуски на размеры составляющих звеньев, соответствующие двенадцатому качеству точности.

Таким образом, точность сборки планетарного эксцентрикового редуктора можно обеспечить как методом неполной взаимозаменяемости, так и методом регулирования.

Рекомендуется использовать метод регулирования, так как при этом полученные расчетные допуски на составляющие звенья шире допусков, рассчитанных по методу неполной взаимозаменяемости, а следовательно, ниже затраты на обработку деталей.

Литература

1. Планетарная передача : пат. 5092 С1 Респ. Беларусь, МПК7 F 16 Н1/28 / А. М. Пашкевич, В. М. Пашкевич, В. В. Геращенко, М. Ф. Пашкевич ; заявитель Могилев. гос. техн. ун-т. – № 19981087 ; заявл. 30.11.98 ; опубл. 30.03.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 1 (36). – С. 161.
2. Пашкевич, М. Ф. Планетарные передачи с повышенной нагрузочной способностью для реверсивной работы в приводах строительных и дорожных машин / М. Ф. Пашкевич, О. Е. Печковская // Вест. МГТУ. – 2005. – № 2. – С. 127–131.
3. Анухин, В. И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах / В. И. Анухин. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ КООРДИНАТНОГО СТОЛА ЭЛЕКТРОМОДЕЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА SOLIDWORKS 2011

А. В. Засименко, В. А. Мороз, Е. М. Макаревич, П. А. Северин

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

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

В качестве объекта исследования рассматривалась направляющая шариковая полного выдвижения, используемая для перемещения координатного стола электромоделлирующего устройства.

Цель работы: провести анализ влияния нагрузки на напряженно деформированное состояние направляющей координатного стола, используя моделирование в программной среде SolidWorks 2011 с интегрированным расчетным модулем CosmosWorks 2011 и применением метода конечных элементов.

Задачи работы:

- построить трехмерную модель исследуемого объекта;
- применить современное программное обеспечение для расчетов модели направляющей шариковой полного выдвижения на прочность;
- построить графики зависимостей внутренних напряжений от величины прикладываемой нагрузки.

Современные компьютерные технологии позволяют нам все проще моделировать и рассчитывать различные механические системы. Для реализации этого существует достаточно большое количество программных сред, работающих в том или ином направлении. В данной работе для построения и проведения расчета на проч-

ность трехмерной модели направляющей качения координатного стола электромоделлирующего устройства была выбрана система автоматизированного проектирования – SolidWorks 2011 со встроенным расчетным модулем CosmosWorks 2011.

Исследование было направлено на изучение поведения модели под воздействием внешней нагрузки. Планировалось получить зависимости и математическую модель напряженно-деформированного состояния направляющей полного выдвижения, получить детальный анализ последствий воздействия распределенной нагрузки на исследуемый объект.

Описание модели. Шариковая направляющая (рис. 1) состоит из трех телескопических колен: верхнего 1, среднего 2, нижнего 3, изготовленных из листовой оцинкованной стали толщиной 1 мм. Скольжение между ними осуществляется с помощью шариков 4 диаметром 4,5 мм, установленных в сепараторах 5 сверху и снизу в два ряда. Через отверстия в верхнем колене производится крепление координатного стола, а через отверстия в нижнем – крепление направляющей к основанию электромоделлирующего устройства.

Построение физической модели исследуемого образца и анализ напряженно-деформированного состояния с помощью МКЭ. На первом этапе разбивали построенную трехмерную модель направляющей на конечные элементы. В МКЭ все виды нагрузок, включающие распределенные поверхностные нагрузки, объемные силы и моменты, приводятся к сосредоточенным силам, действующим в узлах. Основная идея метода состоит в том, что любую непрерывную величину можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе участков. Кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области.

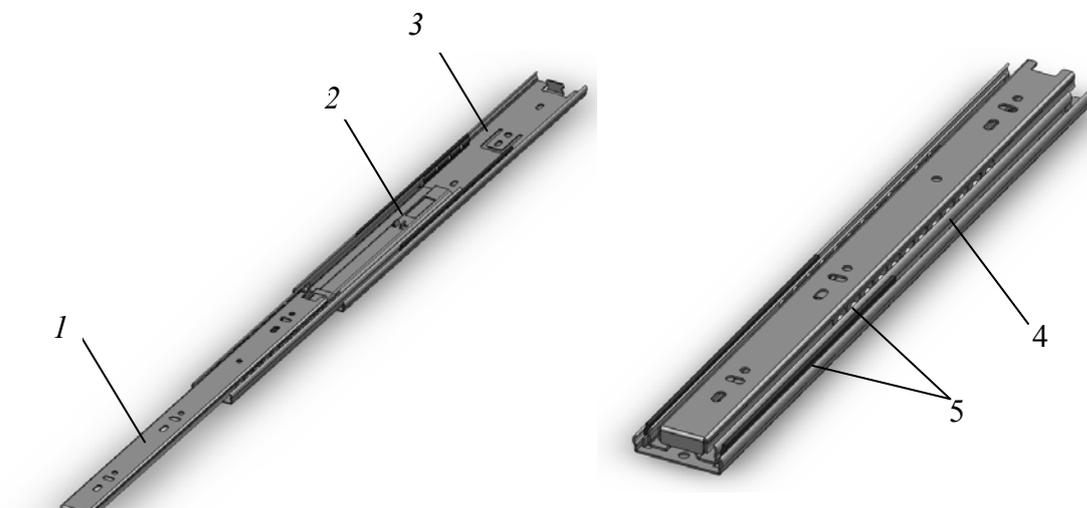


Рис. 1. Направляющая шариковая полного выдвижения

На втором этапе прикладывались нагрузки и ограничения на расчетную модель, после чего выполнялся расчет. Исследуемая модель имела следующие граничные условия и приложенные силы: зафиксирована нижним коленом, имитирующим жесткое закрепление направляющей к основанию электромоделлирующего устройства, а на верхнее колено приложена распределенная нагрузка по всей поверхности, величина которой варьируется в пределах 10–50 Н с шагом 10 Н. В результате расчета в

программной среде CosmosWorks 2011 были получены эпюры эквивалентных напряжений модели направляющей, в которой цветовой диапазон зависит от уровня напряжений в рассматриваемом объекте исследования: синий цвет указывает на минимальные значения, а красный – на максимальные.

Анализируя эпюру эквивалентных напряжений модели направляющей (рис. 2), следует, что критические напряжения, которые могут привести к разрушению, находятся в области крепления направляющей к основанию устройства.

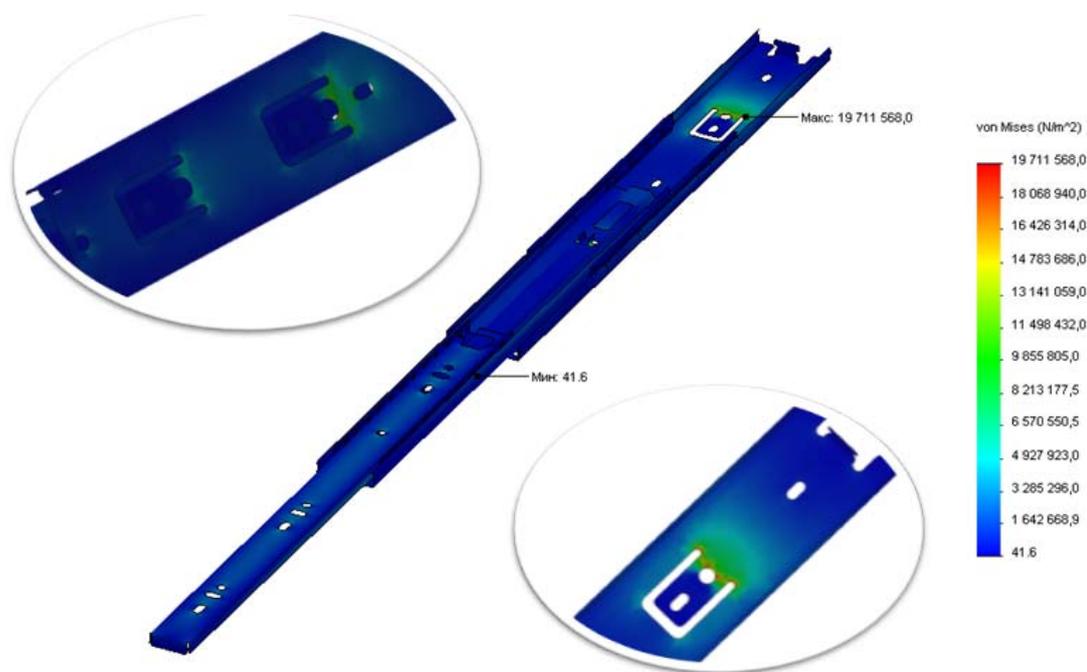


Рис. 2. Эпюра эквивалентных напряжений модели направляющей

На основании проделанных опытов были построены графики зависимостей внутренних напряжений, перемещений от величины прилагаемой нагрузки, изображенные на рис. 3 и 4 соответственно.

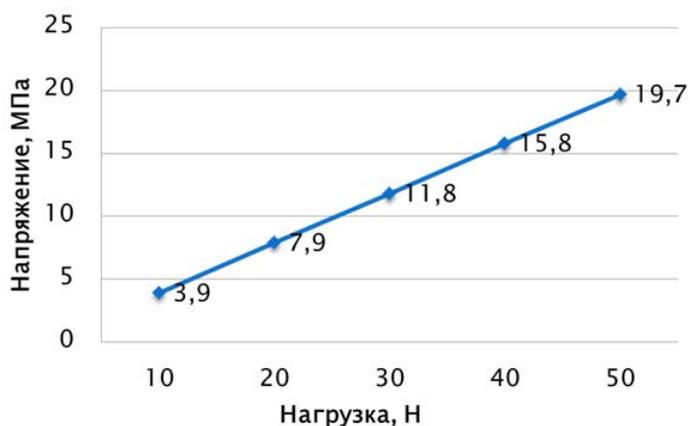


Рис. 3. График зависимости напряжений от величины прилагаемой нагрузки

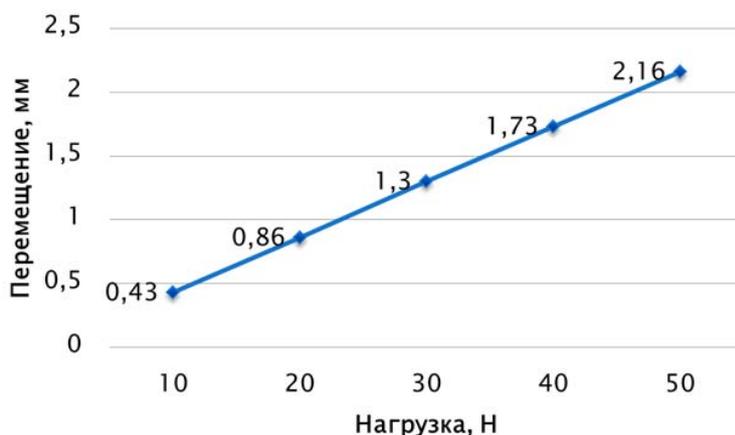


Рис. 4. График зависимости перемещений от величины прилагаемой нагрузки

Исследование показало: при нагрузке в 50 Н вертикальное смещение верхнего колена направляющей составило 2,16 мм. На основании этого можно сделать вывод, что направляющая требует дальнейших исследований по повышению жесткости конструкции.

Литература

1. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

О ПОДХОДАХ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ РАСЧЕТУ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОДНОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

С. В. Прокопчик

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

Основными процессами в машиностроении является механическая обработка и сборка, на долю которых приходится более половины общей трудоемкости изготовления машин. Технологическая подготовка производства отстает от современных темпов интенсификации производства. В последние годы доля реконструируемых и вновь создаваемых машин резко увеличивается. Большой объем проектных работ обуславливает длительные циклы подготовки производства новых изделий. Автоматизация технологической подготовки значительно сокращает сроки подготовки производства за счет автоматизации инженерного труда.

Автоматизация инженерного труда (труда инженера-технолога) на основе широкого и эффективного использования ЭВМ является одним из элементов комплексной автоматизации современного производства.

Цель данной работы – автоматизировать расчет оптимальных режимов резания при одноинструментальной обработке на сверлильных станках.

Проанализировав различные методики расчета режимов резания при сверлении, наиболее приемлемыми для автоматизации можно выделить две.

Первая предложена в [1]. В ней приведенные краткие данные по назначению режимов резания, разработаны с использованием официальных изданий по режимам резания инструментами из быстрорежущей стали и из твердого сплава. Они рассчитаны на применение инструментов с оптимальными значениями геометрических параметров режущей части, с режущими элементами из твердого сплава, заточенными алмазными кругами, а из быстрорежущей стали – кругами из эльбора. При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Во второй методике [2] содержатся нормативы режимов резания при работе сверлами, зенкерами, развертками, цековками, зенковками и метчиками на сверлильных станках различных типов. Рекомендации по назначению режимов резания охватывают одно- и многоинструментальную обработку, выполняемую одной или несколькими головками. Нормативы содержат инструктивные указания по расчету режимов резания и рекомендации по назначению подач, выбору стойкостей, определению скоростей резания, осевых сил резания и потребной мощности. Рекомендуемые скорости резания ориентированы на работу с охлаждением при обработке деталей из стали и ковкого чугуна и без охлаждения при обработке деталей из серого чугуна.

В результате за основу разработки автоматизированного расчета оптимальных режимов резания при одноинструментальной обработке на сверлильных станках была выбрана методика [2], так как она содержит больший объем информации по выбору необходимых данных.

Последовательность определения режима резания состоит из следующих этапов.

1. Расчет длины рабочего хода, мм.

2. Назначение подачи на оборот шпинделя станка, мм/об:

а) определение подачи по нормативам;

б) уточнение подачи по паспорту станка.

3. Определение стойкости инструмента по нормативам в минутах резания.

4. Расчет скорости резания, м/мин, и числа оборотов шпинделя в минуту:

а) определение скорости резания по нормативам;

б) расчет числа оборотов шпинделя станка;

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка;

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя.

5. Расчет основного машинного времени обработки, мин.

6. Проверочные расчеты:

а) определение осевой силы резания, кГ, по нормативам;

б) определение мощности резания, кВт, по нормативам;

в) проверка осевой силы резания по допустимому условию подачи станка и мощности резания по мощности двигателя.

Проанализировав нормативные карты, необходимые для автоматизированного расчета режимов резания при сверлении, были разработаны информационно-логические модели этих структур и выбраны средства их реализации.

Расчет режимов резания непосредственно должен быть связан с конкретным станком, поэтому предусмотрена возможность создания и пополнения базы данных о характеристиках моделей станков выбранной группы.

Рассмотрев различные подходы к проектированию систем, для автоматизированного расчета оптимальных режимов обработки на сверлильных станках был выбран метод объектно-ориентированного проектирования, а инструментальным средством выбрана система программирования Delphi.

На рис. 1 показано главное окно программы, в котором ввод исходных данных осуществляется при помощи выбора нужного значения из раскрывающегося списка или выбора нужной кнопки, при этом непосредственный ввод сведен к минимуму, что избавляет пользователя от случайных ошибок. В этом окне предусмотрен гибкий дружественный интерфейс с пользователем. Например, в зависимости от выбранной из списка операции генерируется соответствующий список условий обработки.

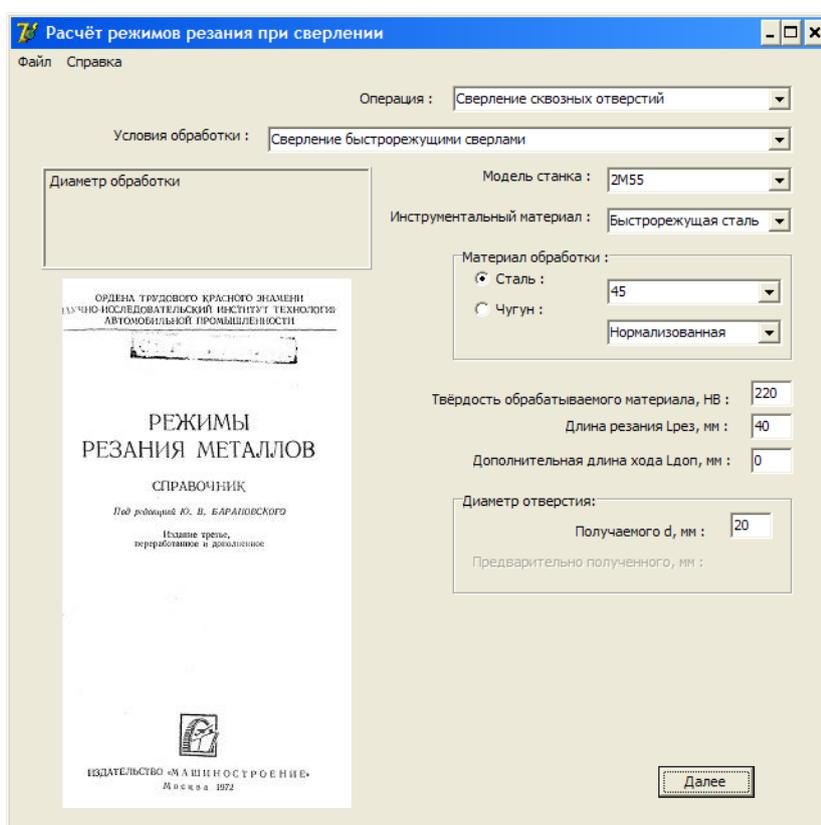


Рис. 1. Основное диалоговое окно

Основным результатом разработанной программы является инструкционная карта, в которой указано наименование операции, условия обработки, сведения о станке и режущем инструменте, оптимальные режимы резания, а также основное технологическое (машинное) время, необходимое для выполнения операции, осевая сила резания, мощность резания (рис. 2).

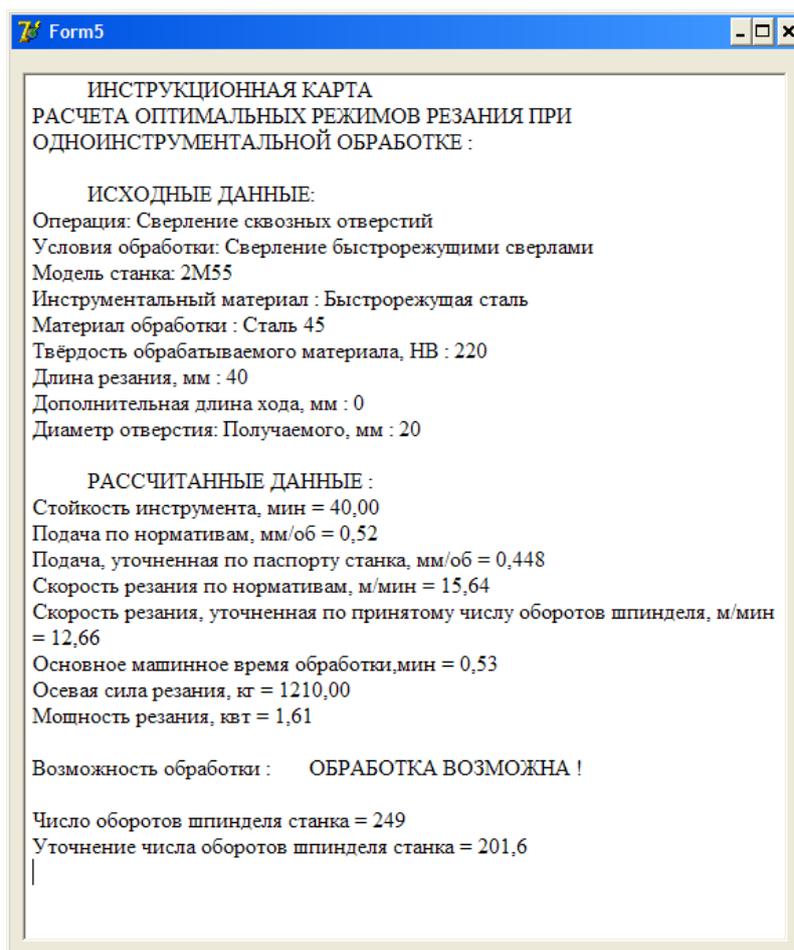


Рис. 2. Результат работы программы

Использовать программу для определения оптимальных режимов резания при одноинструментальной обработке на сверлильных станках могут студенты в курсовых и дипломных работах, а также пользователи-технологи.

Литература

1. Справочник технолога машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – Т. 2. – 496 с. : ил.
2. Режимы резания металлов : справочник / под ред. Ю. В. Барановского. – М. : Машиностроение, 1972. – 408 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СКВАЖИН ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ ПУЛЬСАТОРАМИ

М. Д. Иоффе

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

Научный руководитель А. И. Столяров

Общеизвестной является негативная сторона кавитации, представляющей собой процесс разрыва сплошности жидкой среды и последующего схлопывания полостей

разрыва. Однако существуют примеры ее направленного применения: в нефтегазовой отрасли, например, для декольматации призабойной зоны пласта (ПЗП) с созданием в ней сети микротрещин. Это способствует повышению производительности скважины и может достигаться генерацией в ней акустических и ударных волн, обусловленных кавитацией. В этих целях применяются специальные гидродинамические излучатели, спускаемые в скважину на лифтовой колонне и подключаемые к насосному агрегату. Положительным аспектом применения пульсаторов является их ударно-волновое воздействие и на застойные зоны пласта. Причем такое воздействие, передаваемое газожидкостной смесью, способно распространяться на значительные расстояния [1].

Существует большое разнообразие излучателей, однако в данной работе были рассмотрены вихревые, как наиболее неприхотливые и не содержащие подвижных механических узлов, подверженных наибольшему износу в условиях агрессивной и загрязненной среды.

Принцип работы вихревых излучателей базируется на создании вращающихся потоков жидкости посредством ее подачи в камеру завихрения через тангенциально расположенные отверстия, в результате чего образуются два вихря: первичный кольцевой формы по периферии камеры и вторичный в приосевой области, формирующийся вследствие вовлечения в движение первичным потоком фазы из окружающей среды. Если последняя имеет ту же физическую природу, что и рабочая жидкость, то вторичный поток отклоняется от оси вихревой камеры и начинает совершать регулярное прецессионное движение вокруг нее, деформируя с определенной периодичностью первичный поток, что и является причиной пульсаций давления, которые фиксируются в окружающей среде как звуковые колебания. В обратном случае такого рода пульсации не происходят. Частота и амплитуда пульсаций, а следовательно, и мощность излучения зависят от скорости истечения и геометрических параметров камеры завихрения, ее конструкции и формы выходного канала [2], [3].

Целью работы являлось теоретическое установление возможности возникновения пульсаций, в первую очередь кавитационных скважинных условиях при помощи спроектированного вихревого излучателя, определение параметров этого процесса и уточнение на их основе его конструктивных размеров и технологических режимов.

В разработанной конструкции излучателя повышение скорости потока в камере завихрения 5, куда жидкость поступает через муфту 1 по тангенциальным отверстиям 3, достигается за счет конфузора 6 с углом раскрытия 6–7° (рис. 1). Для предупреждения преждевременного разрушения вихревой камеры от действия гидроакустических волн и колебаний давления предусмотрен шпиль-отражатель 4, который крепится к головке камеры 2. За конфузурой следует съемная гидродинамическая насадка 7 в виде диффузора. При такой конструкции излучателя в камере завихрения происходит закручивание потока и значительное увеличение его скорости на выходе из излучателя.

Исходными данными для решения поставленной задачи являлись: конструкция нагнетательной скважины, условный диаметр лифтовой колонны и расход закачиваемой жидкости. Варьировали: угол раскрытия диффузора от 7 до 45°; противодавление от 100 до 500 кПа. Решение производилось методом конечных объемов. Расчет проводился на сеточной модели, содержащей более 2 млн элементов.

Для описания структуры турбулентного движения жидкой среды в скважине использовали концепцию коэффициента турбулентной вязкости и осредненные уравнения неразрывности и Навье–Стокса. Для расчета многофазного течения использовали модель Эйлера и математическую модель динамики сферической кавер-

ны Релея–Плессета с учетом вязкости, сил поверхностного натяжения, влияния газа в каверне, близости границ твердой стенки и давления соседних пузырьков.

В ходе решения было установлено, что при противодавлении 100 кПа с ростом угла раскрытия диффузора объемная доля газа в жидкости и зона изменения насыщенности возрастают до определенного значения, а затем происходит их уменьшение. Максимальное значение газонасыщенности в 97,0 % достигается при угле раскрытия диффузора в 30° (рис. 2, в), а максимальное значение зоны изменения насыщенности при угле в 15° (рис. 2, б). При этом значения газонасыщенности в расчетном диапазоне углов изменяются незначительно по сравнению с зоной изменения насыщенности, которая для угла в 45° практически отсутствует (рис. 2, г): схлопывание пузырей происходит в самом генераторе.

Также было выявлено, что с ростом противодавления при остальных неизменных параметрах степень метастабильности струи увеличивается, а зона изменения насыщенности уменьшается и наиболее стабильна при угле раскрытия диффузора в 7° . Это позволяет сделать вывод, что для глубоких скважин с высокими забойными давлениями вероятность возникновения кавитации уменьшается. Однако кавитация – это не единственная причина пульсаций: в генераторе такой конструкции будут возникать звуковые колебания килгерцового диапазона, эффективные для обработки призабойного пласта. А низкочастотные составляющие естественных колебаний давления в потоке нагнетаемой в пласт жидкости, эффективные для обработки протяженной зоны пласта, могут быть усилены при помощи резонатора.

Работа проводилась при финансовой поддержке ПО «РУП «Белоруснефть». В рамках этого сотрудничества также предполагается создание опытного образца и его испытание в стендовых и промысловых условиях, что позволит верифицировать используемый в работе метод расчета и оценить адекватность модели.

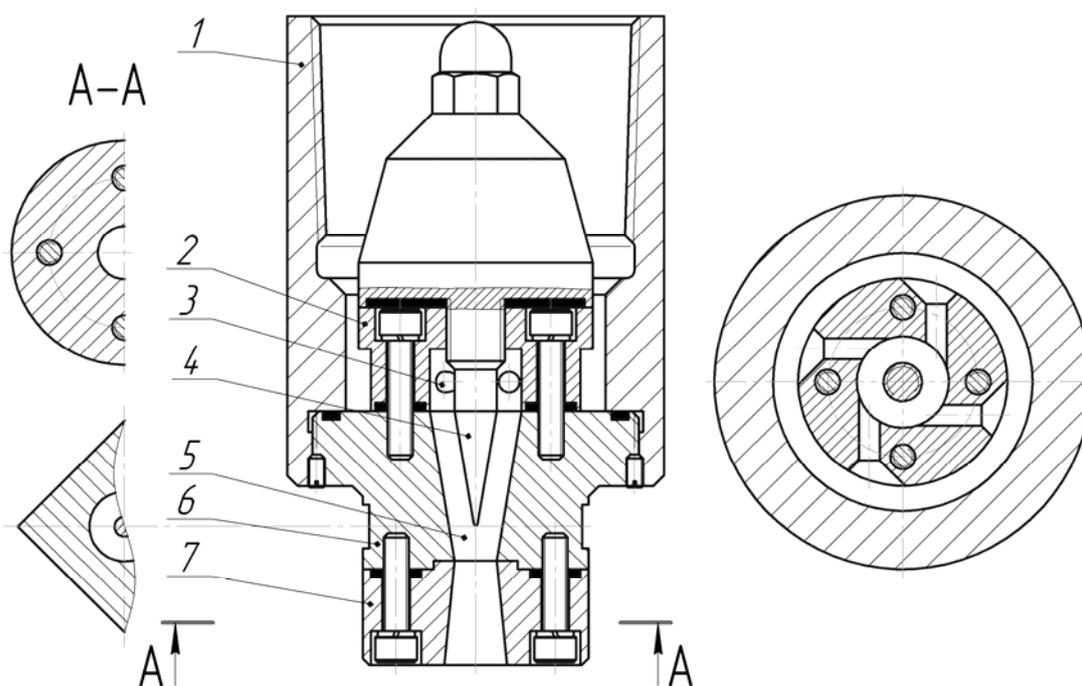


Рис. 1. Принципиальная схема гидродинамического пульсатора-кавитатора

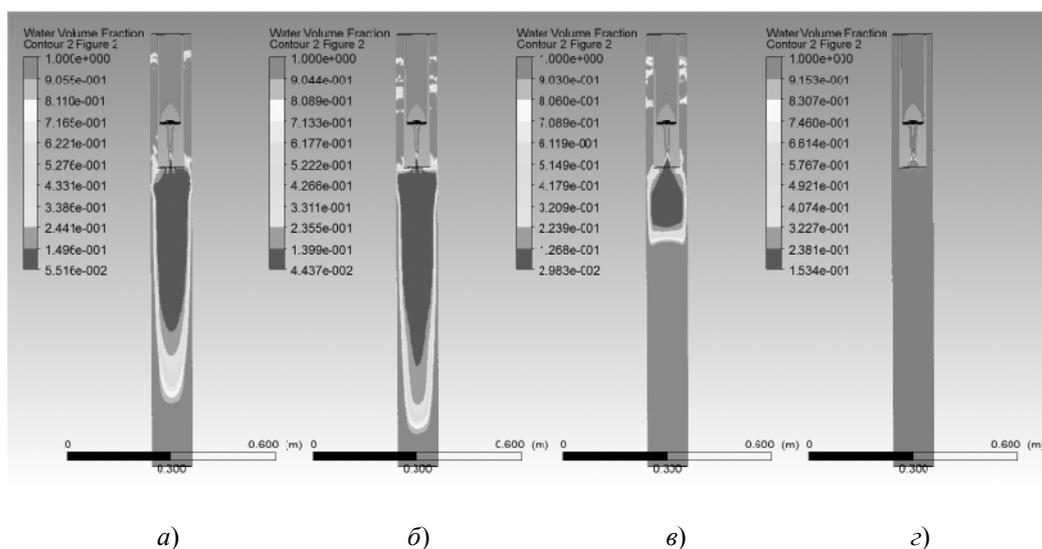


Рис. 2. Распределение коэффициента метастабильности потока в зависимости от координаты при противодавлении 100 кПа и расходе 6 л/с для различных углов раскрытия диффузора: 7° (а), 15° (б), 30° (в) и 45° (г)

Литература

1. Иванников, В. И. Кавитация и перспективы ее использования в нефтегазовой отрасли / В. И. Иванников, И. В. Иванников // Стр-во нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 3. – С. 14–19.
2. Неволин, В. Г. Опыт применения звукового воздействия в практике нефтедобычи Пермского края / В. Г. Неволин. – Пермь, 2008. – 54 с.
3. Яремийчук, Р. С. Использование кавитационно-пульсационной технологии для уменьшения энергозатрат при бурении скважин / Р. С. Яремийчук, В. Р. Возный, Я. М. Фемяк // Нефтяное хоз-во. – 2011. – № 10. – С. 91–93.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ПРОТОЧНУЮ ПОЛОСТЬ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

В. А. Тишкевич, Д. В. Старавойтов, Д. В. Лаевский

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

Научные руководители: Д. Л. Стасенко, И. Н. Головко

Введение. В настоящее время широкое применение получили программные продукты, предназначенные для моделирования различных процессов, что способствует экономии времени и уменьшению материальных затрат на производство и испытания аппаратов. Данная работа направлена на создание математической модели гидрораспределителя, служащего для изменения направления и регулирования потока рабочей жидкости к рабочим органам и исследование его проточной полости.

Целью работы является анализ и моделирование процессов течения жидкости в проточной части гидрораспределителя, графическое отображение распределения давления и скорости жидкости в гидроаппарате.

Создание математической модели производилось в несколько этапов.

Первым этапом являлся выбор аналога для проведения исследований. В качестве прототипа для исследования был выбран дросселирующий гидрораспределитель с условным проходом $D_y = 6$ мм, производителя «ГСКТБ ГА».

Вторым этапом моделирования являлось создание геометрической модели. При использовании программного пакета КОМПАС 3D были созданы трехмерные модели запорно-регулирующего элемента – золотника (ЗРЭ) и корпуса гидрораспределителя (рис. 1, 2).

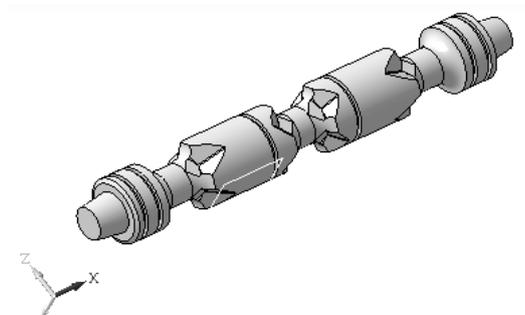


Рис. 1. Трехмерная модель золотника гидрораспределителя $D_y = 6$ мм

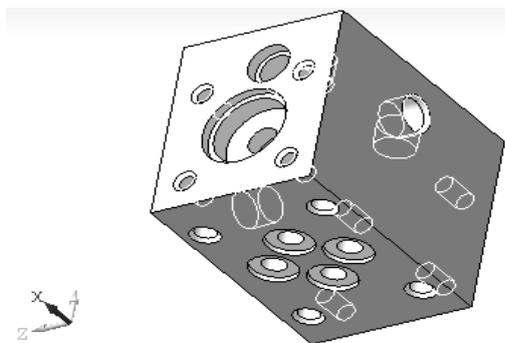


Рис. 2. Трехмерная модель корпуса гидрораспределителя $D_y = 6$ мм

Третьим этапом моделирования являлось получение точной геометрии проточной полости гидрораспределителя, через которую проходит рабочая жидкость. Для реализации данной операции было произведено вычитание площадей корпуса и запорно-регулирующего элемента (рис. 3).

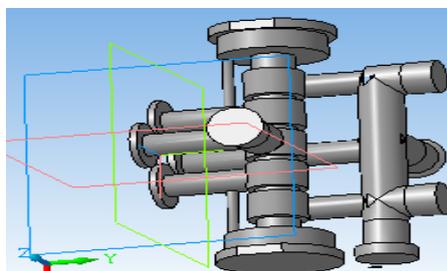


Рис. 3. Трехмерная модель проточной полости гидрораспределителя

Четвертым этапом являлся импорт геометрии из КОМПАС 3D в программный комплекс, в котором будет осуществляться анализ созданной модели. Для реализации данной цели был выбран программный продукт FlowVision, который позволяет моделировать трехмерные течения и предназначен для расчета сложных движений

жидкости и газа, сопровождаемых дополнительными физическими явлениями, такими как турбулентность, контактные границы раздела, теплоперенос и др. К дополнительным функциям можно отнести внедрения в математическую модель дополнительных уравнения, описывающие различные явления.

На *пятом этапе* наносится сетка, которая распределяет расчетные точки по рабочей полости, в которых будет проводиться основной расчет. После генерации расчетной сетки задаются необходимые граничные условия: указывается твердая поверхность с определенной шероховатостью (рис. 4), через которую рабочая жидкость не проникает и скорость в ней равна нулю (стенка); указываются плоскости, через которые осуществляется подвод и отвод рабочей жидкости к проточной полости (рис. 5) (вход и выход). Также необходимо указать параметры рабочей жидкости, которые будут существенно влиять на работу гидроаппарата.

Необходимыми исходными данными являются:

- 1) тип модели (жидкость);
- 2) плотность рабочей среды при 50 °С (890 кг/м^3);
- 3) рабочая температура (323 °К);
- 4) вязкость рабочей жидкости при 50 °С (46 сСт);
- 5) скорость и давление жидкости на входе ($v = 6 \text{ м/с}$, $P = 6,3 \text{ МПа}$).

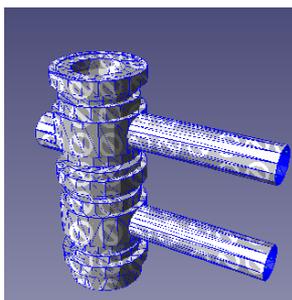
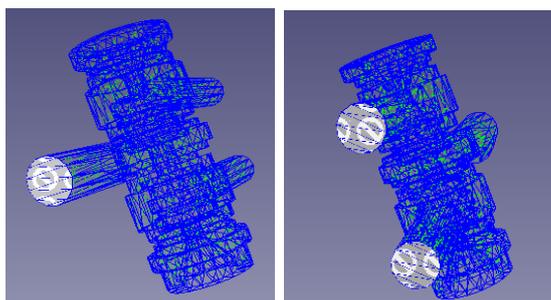


Рис. 4. Граничные условия типа «стенка»



а)

б)

Рис. 5. Граничные условия типа «вход» (а) и «выход» (б)

Шестым этапом являлось получение результатов моделирования. Было получено трехмерное графическое отображение распределения полей давления рабочей жидкости в проточной полости гидрораспределителя. Для лучшего визуального восприятия представлено в виде двух сечений проточной полости (рис. 6).

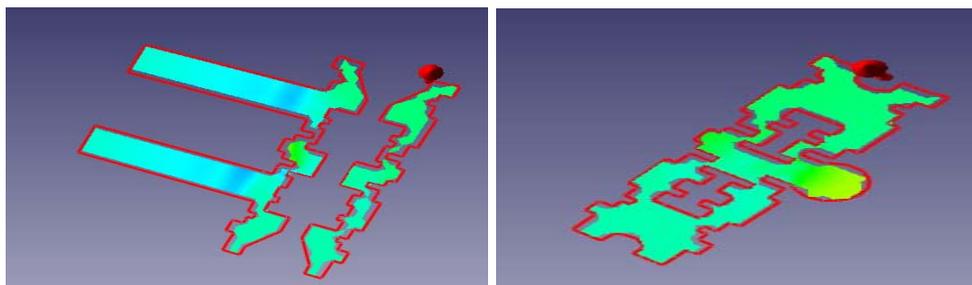


Рис. 6. Распределение полей давления в проточной полости моделируемого гидрораспределителя

Одним из основных достоинств процессов моделирования, происходящих в проточной полости и каналах гидрораспределителя, является определение давления в любой точке геометрии (рис. 7).

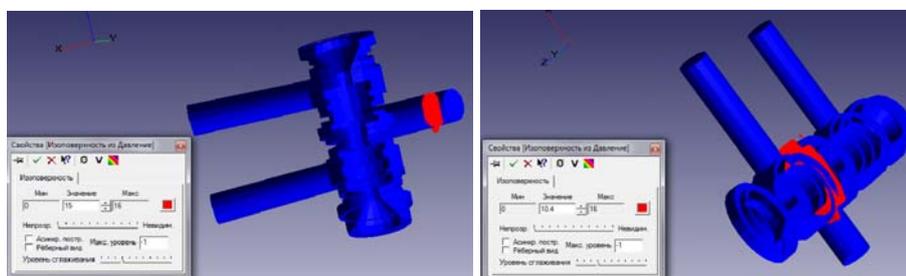


Рис. 7. Определение давления в любой точке геометрии проточной полости моделируемого гидрораспределителя

Была получена графическая интерпретация распределения и движения рабочей жидкости по каналам и проточной части моделируемого гидрораспределителя с возможностью получения реальной скорости движения (рис. 8).

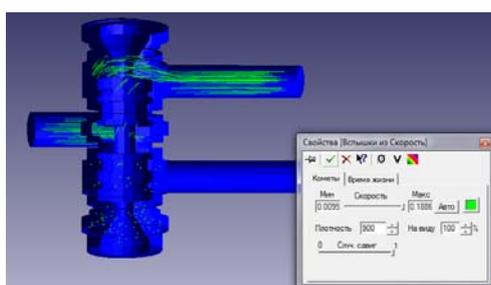


Рис. 8. Графическая интерпретация распределения и движения рабочей жидкости по каналам и проточной части моделируемого гидрораспределителя

Построили зависимость перепада давлений в первоначальный момент открытия ЗРЭ от времени. На полученном графике (рис. 9) видно, что в начальный момент времени при открытии ЗРЭ перепад давлений резко возрастает, рабочая жидкость начинает поступать в проточную часть гидрораспределителя. После этого в результате резкого перепада давлений возникают силы инерции, которые стремятся вернуть запорно-регулирующий элемент в начальное положение, под действием которых перепад давлений понижается.

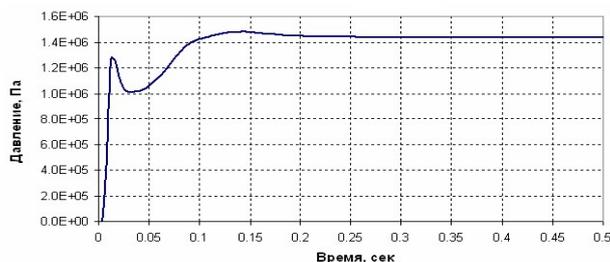


Рис. 9. Перепадно-временная характеристика гидрораспределителя

Заключение. В данной работе была смоделирована проточная часть гидрораспределителя с условным проходом $D_y = 6$ мм, получены скорости и поля распределения давления в ней. Из полученных данных видно, что, при открытии расходной щели на кромках ЗРЭ в первоначальный момент времени возрастает давление, что существенно влияет на усилие открытия, работу гидрораспределителя и гидросистемы в целом. Изменения характера протекания потока жидкости через расходную щель обеспечит снижение сил, т. е. улучшит характеристики аппарата.

Литература

1. Каталог продукции фирмы «ГСКТБ ГА».
2. Кузнецов, Е. Г. Моделирование течения жидкости и определение его гидродинамических характеристик / Е. Г. Кузнецов, В. В. Шмелев // Наука и конструирование. – 2009.
3. Флетчер, К. Вычислительные методы в динамике жидкости / К. Флетчер. – М. : Мир, 1991. – Т. 1. – 502 с. ; Т. 2. – 552 с.

АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЖАТКИ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ШИРИНОЙ ЗАХВАТА 12 МЕТРОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. В. Миренков

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

Научный руководитель В. Ф. Хиженок

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. Одним из представителей семейства расчетных программ является ANSYS. Программа ANSYS предлагает 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 позволяет 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. Программный комплекс ANSYS обладает библиотекой конечных элементов, включающей порядка 130 их разновидностей. В группу конечных элементов Structural, предназначенных для расчета статических и динамических напряжений, входит порядка 45 элементов, среди которых имеются сосредоточенные массы, стержневые, балочные, трубные, пластинчатые, оболочечные, объемные и др.

Для моделирования процессов деформирования и разрушения шнека принято использование объемных конечных элементов, используемых в программном продукте ANSYS 14. 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: частота вращения шнека ($n = 196$ об/мин), сопротивление, создаваемое сжимаемой хлебной массой ($P = 727$ Н/м²), и масса шнека ($m = 1100$ кг), задаваемая в виде распределенной нагрузки.

Материалы деталей:

- 1) трубы – 08пс: модуль упругости – 205 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
 - 2) спираль – 08пс: модуль упругости – 205 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
 - 3) тарелка – Сталь 18 ХГТ: модуль упругости – 203 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,29;
 - 4) оси – Сталь 40Х: модуль упругости – 214 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,26.
- Твердотельная модель шнека представлена на рис. 1.

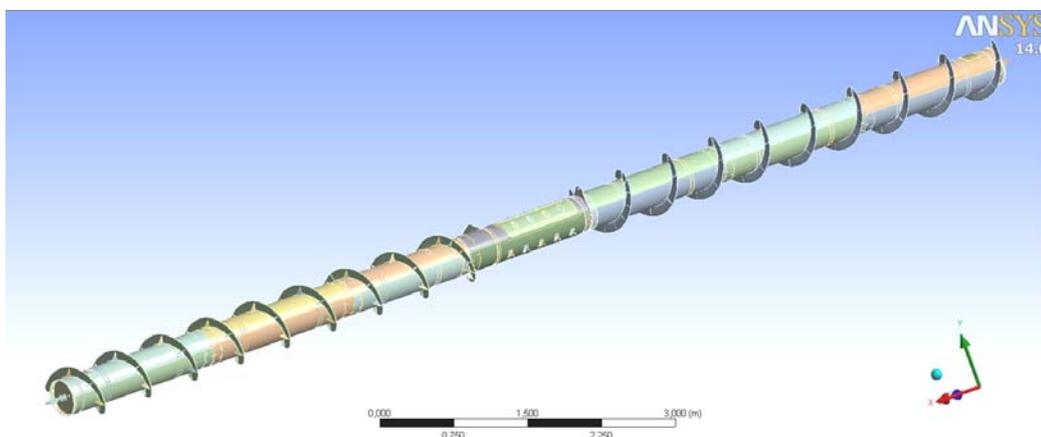


Рис. 1. Твердотельная модель шнека жатки ЖЗК-12

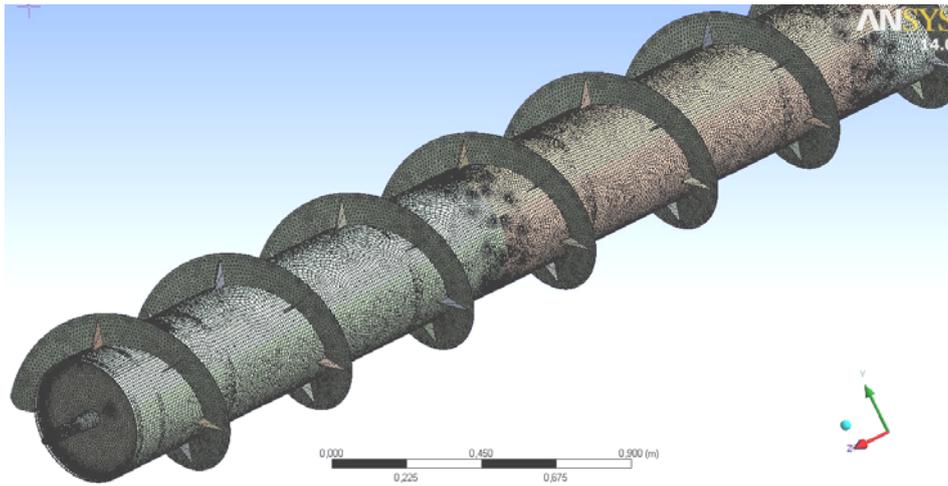


Рис. 2. Конечноэлементная сетка

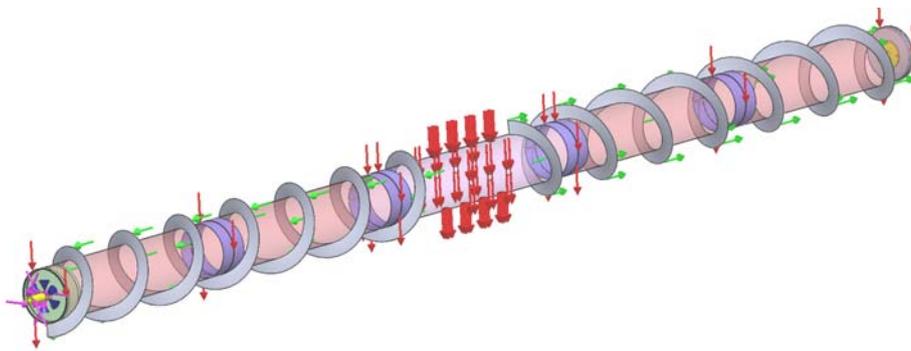


Рис. 3. Схема нагружения

В результате проведенных расчетов (рис. 2) установлено, что максимальное расчетное напряжение составило 70 МПа. Оценка нагруженности производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3-я теория прочности).

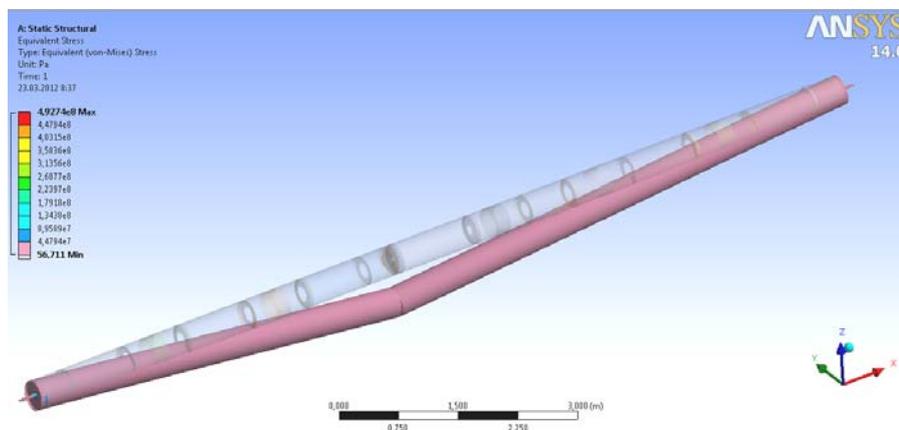


Рис. 4. Распределение механических напряжений по критерию Мизеса на трубе шнека

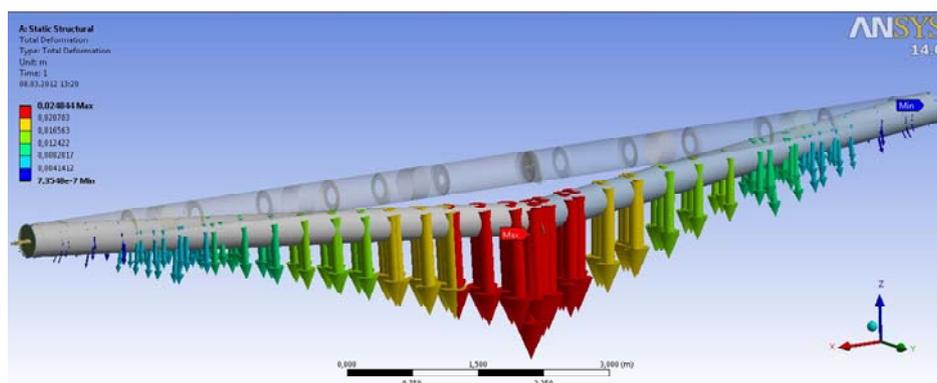


Рис. 5. Эпюра перемещений

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанная конечноэлементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние конструкции шнека и может быть использована при проектировании.
2. Использование предложенной модели существенно сокращает затраты при проектировании и изготовлении конструкции шнека.
3. Полученные результаты расчета показали необходимость установки дополнительной опоры шнека.

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. Метод конечных элементов и САПР / Ж. К. Сабоннадьер [и др.] ; пер. с фр. В. А. Соколова ; под ред. Э. К. Стрельбицкого. – М. : Мир, 1989. – 192 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания : справочник в трех томах / редкол.: И. А. Биргер [и др.]. – М. : Машиностроение, 1968–1988. – Т. 1: Прочность, устойчивость, колебания / И. А. Биргер [и др.] – 1968. – 831 с.
5. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. – 2006.

РАЗРАБОТКА ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

А. М. Минченко

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Энергосредство предназначено для выполнения работ в составе кормоуборочного, зерноуборочного, свеклоуборочного комплексов, а также в агрегате с широкозахватными косилками-плющилками и другими сельскохозяйственными машинами, преимущественно с ротационными активными рабочими органами, агрегатирование с которыми согласовано.

Полноприводное универсальное энергосредство УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ 450» эффективно выполняет сельскохозяйственные работы в агрегате с быстро заменяе-

мыми навесными и прицепными машинами с помощью подъемно-навесных устройств (ПНУ).

ПНУ являются составной частью таких сложных технических объектов, как мобильные сельскохозяйственные агрегаты (МСХА). 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. Механизм навески (МН) является основным структурным компонентом ПНУ, определяющим характер взаимодействия рамы мобильного энергосредства с навесной машиной (орудием).

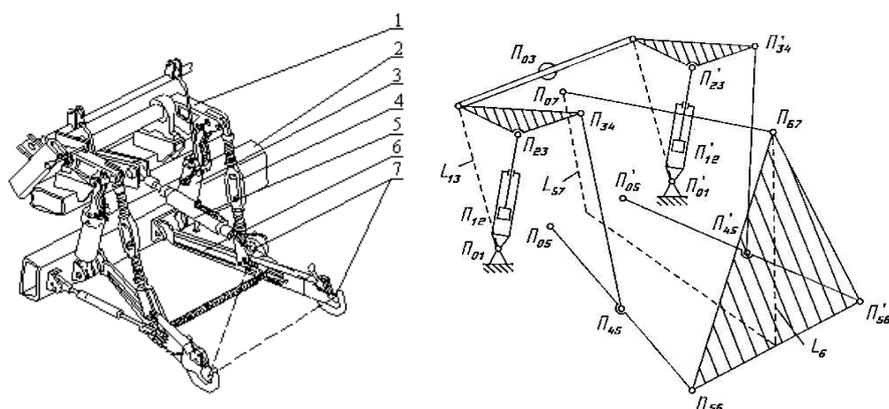


Рис. 1. Механизм навески универсального энергосредства «Полесье-290/450» и его пространственная структурная схема:
 1 – поворотный рычаг; 2 – рама энергосредства; 3 – гидроцилиндр;
 4 – раскос; 5 – верхняя (центральная) тяга; 6 – нижняя тяга;
 7 – шарниры присоединительного треугольника

Механизм навески представляет собой пространственный рычажный механизм (рис. 1). Звенья МН, опирающиеся на раму мобильного энергосредства, принимаемую за неподвижное звено – стойку 2 и связанные через шарниры присоединительного треугольника 7 с навесной машиной, принимаемой за подвижное звено – L_6 , образуют все вместе замкнутую кинематическую цепь. Такая структура механизма навески характерна для большинства мобильных энергосредств как отечественного, так и зарубежного производства. Рассматриваемый МН относится к механизмам с заданным относительным движением подвижных звеньев, которые, помимо сельскохозяйственных, достаточно широко применяются в землеройных, грузоподъемных и дорожных машинах.

Структурная схема гидропривода, используемого для подъема и опускания различных навесных машин приведена на рис. 2. Гидропривод работает следующим образом: приводимый от ДВС гидронасос 1, нагнетает рабочую жидкость через напорную магистраль к гидрораспределителю (ГР) 3 и при его включенной правой секции далее в поршневую полость гидроцилиндра (ГЦ) 5, одновременно являющегося входным звеном МН. Давление в этой полости определяется приведенной к штоку поршня нагрузкой, передаваемой от навесной машины через звенья МН и направленной противоположно выдвигающемуся штоку. Включение левой секции ГР обеспечивает движение штока внутрь гильзы ГЦ. Нейтральное положение ГР характеризуется сливом рабочей жидкости через регулируемый дроссель 7, затем через фильтр 8 и в бак 9.

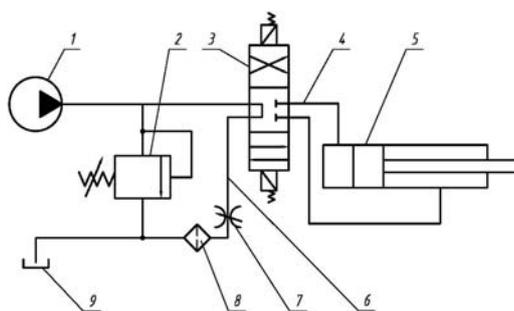


Рис. 2. Схема гидропривода подъемно-навесного устройства:
 1 – насос шестеренный; 2 – клапан предохранительный; 3 – гидрораспределитель;
 4 – напорная магистраль гидропривода; 5 – гидроцилиндр; 6 – сливная магистраль;
 7 – регулируемый дроссель; 8 – фильтр; 9 – бак

Механизм навески представляет собой пространственный шарнирно-рычажный механизм (рис. 3). МН 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.

Характерными особенностями новых ПНУ УЭС являются:

- усложнение структуры переднего ПНУ;
- наращивание функций, выполняемых гидроприводом ПНУ;
- усложнение конструкции заднего ПНУ;
- перераспределение характера изменения выходных параметров гидропривода и механизма навески ПНУ.

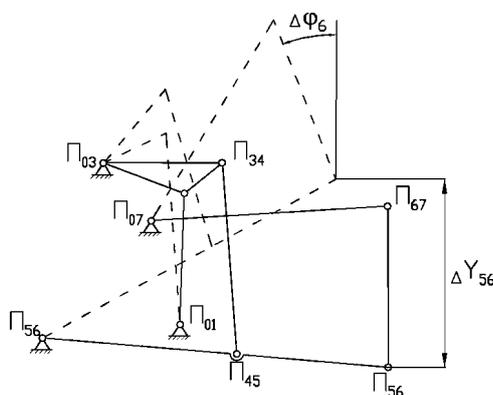


Рис. 3. Плоский аналог механизма навески УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ U450»
 (изображен перевод рабочего орудия в транспортное положение)

В данной работе были произведены расчеты для определения кинематических, геометрических и силовых выходных параметров механизма навески:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4.$$

В первую очередь определяем центр тяжести навески:

$$X_{S6} = X_{56} + L_{S6} \cos(\varphi_6 + \varphi_{S6});$$

$$Y_{S6} = Y_{56} + L_{S6} \sin(\varphi_6 + \varphi_{S6}).$$

Для определения потерь на трении необходимо определить реакции в опорах и аналог угловой скорости поворотного рычага:

$$\varphi_3' = \frac{2S}{\sqrt{4L_{13}^2 L_3^2 - [S^2 - L_{13}^2 - L_3^2]^2}};$$

Передаточные отношения в звеньях:

$$U_{53} = \frac{L_{34} \sin(\varphi_{34} - \varphi_4)}{L_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_4)}; \quad U_{65} = \frac{L_{56} \sin(\varphi_5 - \varphi_7)}{L_6 \sin(\varphi_7 - \varphi_6)}.$$

Передаточные числа на оси подвеса П6:

$$I_{56} = \varphi_3' \cdot U_{53} \cdot L_{56} \cdot \cos \varphi_5;$$

аналог угловой скорости поворотного рычага:

$$\varphi_5' = \varphi_3' \cdot U_{53}; \quad \varphi_6' = \varphi_3' \cdot U_{53} U_{65}.$$

Передаточные числа в центре тяжести S6:

$$I_S = \varphi_3' U_{53} [L_{56} \cos \varphi_5 + U_{65} L_{S6} \cos(\varphi_6 + \varphi_{S6})].$$

Грузоподъемность на оси подвеса

$$G_s = \frac{p_2^{\max} \cdot F_c - [F_{ин}^{np}(S) + F_{тр}^{np}(S)]}{I_s^{\max}(S)}.$$

Приведенная методика определения грузоподъемности позволяет оценить возможность агрегатирования в энергетическом аспекте любого навесного рабочего орудия или машины с любой другой моделью мобильного энергетического средства, имеющего идентичное по структуре ПНУ. Разработанная ФММ может быть использована в качестве базового модуля при параметрической оптимизации как данного, так и идентичных по структуре ПНУ на ранних стадиях их проектирования.

Литература

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Машиностроение, 1988. – С. 687.
2. Гуськов, В. В. Тракторы. Часть III. Конструирование и расчет / В. В. Гуськов. – Мн. : Выш. шк., 1981. – С. 383.
3. 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.
4. Озол, О. Г. Теория механизмов и машин : пер. с латыш. / под ред. С. Н. Кожевникова. – М. : Наука, 1984. – С. 432.
5. Попов, В. Б. Математическое моделирование гидропривода подъемно-навесного устройства мобильного агрегата / В. Б. Попов, В. А. Довгяло // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. И. Сенько – Гомель : БелГУТ, 2003. – Ч. 2. – С. 103–106.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ МАЛОСЖИМАЕМОЙ СРЕДЫ ЧЕРЕЗ ДРОССЕЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРУЕМОГО ТИПА «СОПЛО–ЗАСЛОНКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е. А. Галкин, Н. М. Лапухина

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

Научный руководитель И. Н. Головкин

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. В настоящее время при разработке электрогидравлических двухступенчатых следящих систем автоматического управления широкое применение получил метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ позволяет смоделировать течение малосжимаемой жидкости в проточных полостях гидравлических аппаратов и с достаточной точностью получить расходно-перепадную характеристику.

С целью определения его статической теоретической и расходно-перепадной характеристик произведем моделирование с помощью МКЭ. Целью моделирования является разработка модели для проведения численного эксперимента и снижения затрат, связанных с многократными опытно-экспериментальными работами, которые ведут к материальным и топливно-энергетическим затратам.

В следящих двухступенчатых электрогидравлических системах автоматического управления исполнительным органом (ИО) [1] применяют в качестве первой ступени управления усилительное электрогидравлическое устройство типа «сопло–заслонка» (рис. 1). Для повышения мощности выходного сигнала при сохранении чувствительности усилителя применяют двухкаскадные устройства с использованием «сопла–заслонки» в качестве первого каскада усилителя. Распределители, управляемые «сопло–заслонкой» отличаются малыми габаритами, весом и обладают высокой чувствительностью, точностью и быстродействием, а также простотой изготовления и долговечностью, достигаемой благодаря бесконтактному действию. Кроме того, характеристики его практически не зависят от изменения температуры.

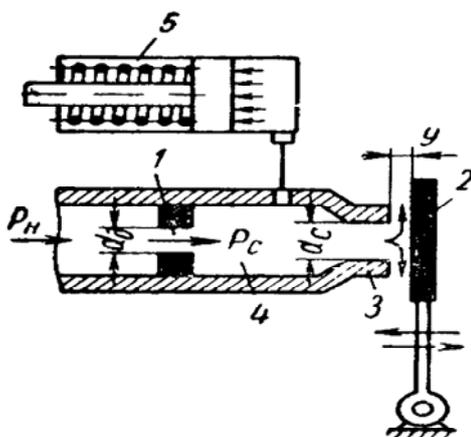


Рис. 1. Схема системы управления с управляющим каскадом «сопло–заслонка»

Гидромеханическое устройство «сопло–заслонка» по принципу действия является регулируемым дросселем, состоящим из двух деталей: сопла 3 и заслонки 2, укрепленной на достаточно большом плече, позволяющем считать перемещения ее относительно сопла поступательными. С помощью заслонки 2 можно перекрывать выходное отверстие сопла 3, регулируя давление в камере 4 и, следовательно, расход жидкости из сопла 3. Камера 4 соединяется с исполнительным гидравлическим двигателем 5. На входе в сопло установлен дроссель 1 постоянного сопротивления. Для питания двух полостей гидродвигателя применяют схему с двумя соплами, при использовании которой обеспечивается практически полная разгрузка заслонки от сил скоростного напора струи жидкости.

Для проведения моделирования используется лабораторная установка, на которой установлено сопло. Схема опытной установки приведена на рис. 2.

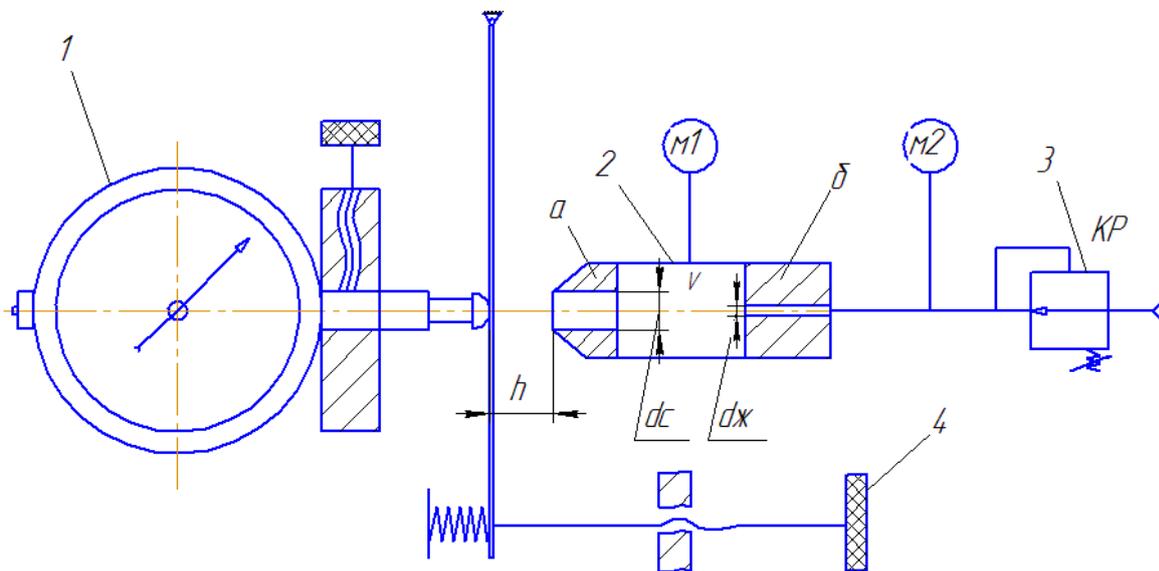


Рис. 2. Схема опытной установки:

- 1 – индикатор перемещения; 2 – сопло; 3 – пневматическая камера;
4 – манометр; 5 – клапан редукционный; 6 – микровинт;
7 – источник сжатого воздуха

Конструкция сопла и ее геометрические размеры, входящие в состав опытной установки, приведены на рис. 3.

Диаметр сопла d_c – 1 мм. Диаметр внешней окружности обреза сопла $d_n = 1,2$, $d_c = 2,4$. Длина цилиндрического участка сопла $d_c = 2$ мм. Площадь отверстия сопла обычно в 2 раза больше площади отверстия дросселя.

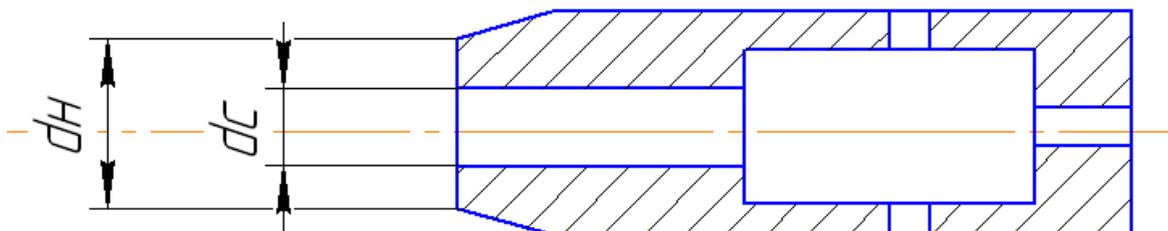


Рис. 3. Конструкция сопла

Далее после определения геометрических размеров была построена двумерная геометрия расчетной области с использованием средств геометрического моделирования ANSYS.

Исследование дозвукового движения струи было изучено с использованием программного комплекса ANSYS, в котором была задана геометрия используемой установки и прослежены изменения скоростей.

Нанесена сетка методом конечных элементов. Разбиение линий геометрий показано на рис. 4.

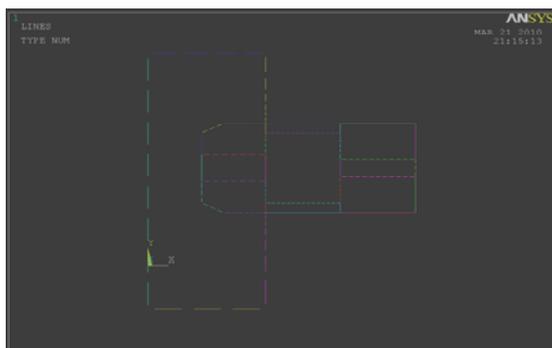


Рис. 4. Двумерная геометрия исследуемой полости

Далее в результате работы с ANSYS Flotran были получены вектора скоростей (рис. 5), градиентов скоростей (рис. 6) и линий тока (рис. 7) в заданной геометрии соответственно.

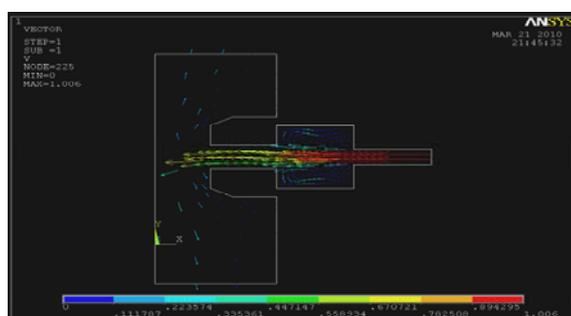


Рис. 5. Вектора скоростей скоростей

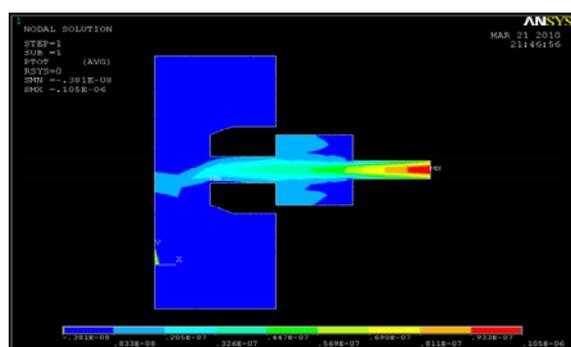


Рис. 6. График распределения градиента скоростей

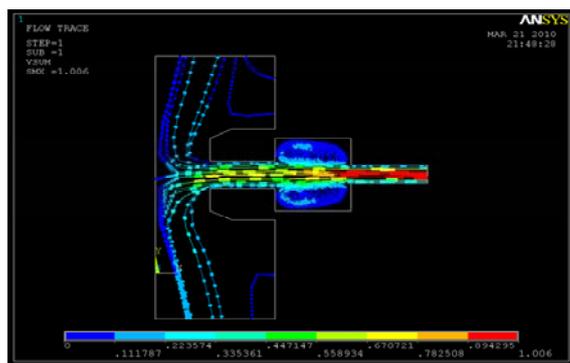


Рис. 7. График распределения линий тока

В результате использования построенной модели можно получить линии тока (значения векторов скоростей в узлах расчетной области) и поля давлений в расчетной области «сопло–заслонка» при различных перемещениях пластинки относительно сопла, а также по значениям величин давления, действующих в расчетной области, и векторов скоростей можно определить расходно-перепадную характеристику, которая может быть использована для последующего анализа с целью корректировки диаметров и формы проточной полости сопла.

Литература

1. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Биркоф, Г. Гидродинамика : пер. со второго англ. изд. под ред. М. И Гуревича, В. А. Смирнова / Г. Биркоф. – М., 1963. – 245 с.
3. Прандтль, Л. Гидро- и аэромеханика. Т. 2. Движение жидкостей с трением и технические приложения / Л. Прандтль, О. Титъенс ; пер. с нем. Г. А. Вольперта. – М. : Ленинград, 1935. – 321 с.
4. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – М. : Дрофа, 2003. – 840 с.
5. Режим доступа: <http://www.ansysolutions.ru>.

АНАЛИЗ РАСХОДНО-ПЕРЕПАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЧЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОСТИ В ЗОЛТНИКОВЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯХ

Д. В. Лаевский, В. А. Тишкевич

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

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Введение. Одним из направлений в повышении эффективности и технического уровня технологического оборудования и современной мобильной техники является разработка и внедрение пропорциональной гидроаппаратуры привода, в котором связь управляющего органа с исполнительным механизмом осуществляется без применения механических передач. Эта особенность пропорциональной гидроаппаратуры привода обеспечивает полную свободу его компоновки, позволяет упростить конструкцию и снизить металлоемкость оборудования и машины.

Основной целью работы является анализ расходно-перепадных характеристик пропорциональных гидрораспределителей с целью ее улучшения.

Одним из важнейших параметров в гидрораспределителях является статическая характеристика, которая представляет собой зависимость потерь давления ($\Delta p' = p_1 - p_2$) в проточной части от проходящего расхода Q рабочей жидкости через аппарат. Расход Q рабочей жидкости через аппарат определяется из выражения [1]:

$$Q = \mu_{\text{щ}} S_{\text{щ}} \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\gamma}} = \mu_{\text{щ}} w x \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

где $\mu_{\text{щ}}$ – коэффициент расхода проходного отверстия (щели) проточной части гидрораспределителя; $S_{\text{щ}}$ – площадь щели; g – ускорение силы тяжести; Δp – перепад давления между каналами; γ – вес единицы объема жидкости; w – длина щели по дуге; x – величина открытия окна запорно-регулирующего элемента; ρ – плотность жидкости.

Из схемы элемента плунжерной пары (рис. 1) видно, что поток жидкости проходит из камеры A в камеру B через щель, образованную проточной частью и запорно-регулирующим элементом (ЗРЭ), под углом α (величина которого для идеальной жидкости может достигать значения $\alpha = 69^\circ$) [1].

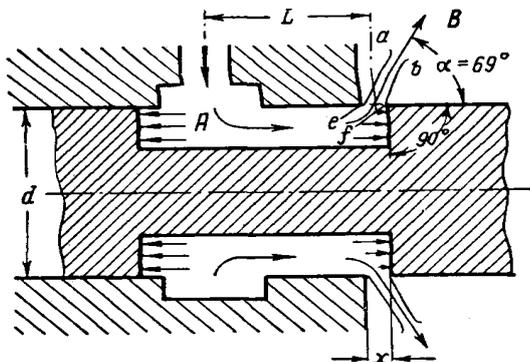


Рис. 1. Схема движения потока жидкости в проточной части гидрораспределителя

Расход рабочей жидкости зависит от трех переменных величин: $S_{\text{щ}}$, $\mu_{\text{щ}}$ и ρ . При использовании определенной рабочей жидкости ρ принимают постоянной. В большей степени расход Q зависит от площади поперечного сечения щели, которая определяется величиной открытия x . Коэффициент расхода $\mu_{\text{щ}}$ зависит от формы щели и от структуры потока в ней, т. е. от числа Рейнольдса (Re). Число Re зависит от скорости потока на выходе из щели $\vartheta_{\text{щ}} = Q/S_{\text{щ}}\varepsilon$, где ε – коэффициент сжатия струи, определяется по формуле [2]:

$$Re = \frac{Q}{S\varepsilon} \frac{4}{\nu} \frac{S}{2\pi d} \approx \frac{2}{\pi} \frac{Q}{d\nu},$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости; d – диаметр регулирующего элемента.

Принятое упрощение основывается на том, что для большинства кольцевых щелей $0,7 < \varepsilon < 1$, принимают $\varepsilon \approx 1$ [2]. Для всех местных сопротивлений, в которых обтекаются острые кромки, характер зависимости $\mu_{\text{щ}} = f(Re)$ определяется не только коэффициентом сжатия струи, но и коэффициентом местных потерь ζ , который учитывает снижение скорости потока в щели из-за кинетической энергии. Принимая,

что скорость потока $\vartheta_{\text{щ}}$ в щели и ϑ_c в проходе соизмеримы, кинетическая энергия струи $\rho\vartheta_c^2/2$ за выходом из щели, как правило, рассеивается [2]:

$$\vartheta_{\text{щ}} = \frac{1}{\sqrt{1+\zeta}} \sqrt{\frac{2}{\rho}(p_1 - p_2) + \rho \frac{\vartheta_c^2}{2}} \Rightarrow \vartheta_{\text{щ}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_{\text{щ}}}} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p},$$

где $\zeta_{\text{щ}} = 1 + \zeta$ – коэффициент потерь в щели.

С увеличением числа Рейнольдса по мере увеличения турбулизации потока жидкости значения коэффициента потерь $\zeta_{\text{щ}}$ и коэффициент сжатия струи ε уменьшается и стремится к предельным значениям.

В зоне ламинарных режимов движения жидкости $\mu_{\text{щ}}$ интенсивно увеличивается из-за уменьшения $\zeta_{\text{щ}}$, это обуславливается потерями на трение. В зоне переходных режимов движения жидкости $\mu_{\text{щ}}$ определяется как убывающими потерями на трение, так и возрастающим сжатием струи ε . В зоне развитой турбулентности $\mu_{\text{щ,т}} = \varepsilon_{\text{т}} / \sqrt{\zeta_{\text{щ,т}}}$, где $\varepsilon_{\text{т}} = S_c / S_{\text{щ}}$ и в которой $\mu_{\text{щ}} \approx \mu_{\text{щ,т}}$ определяется предельным сжатием струи $\varepsilon_{\text{т}}$.

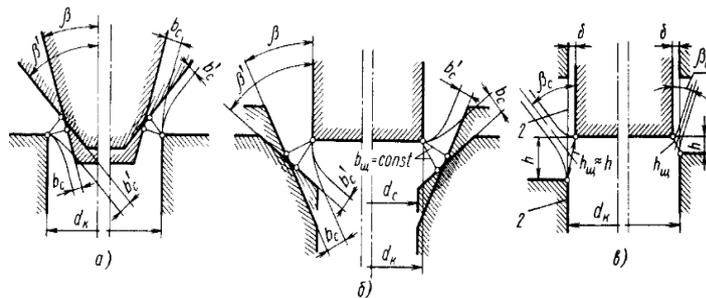


Рис. 2. Схемы истечения через различные формы образованные проточной частью и ЗРЭ:

a – коническая форма ЗРЭ и острая кромка седла; *б* – коническая форма седла и острая кромка ЗРЭ; *в* – острая кромка седла и ЗРЭ

Величины $\mu_{\text{щ}}$ и ε будут также зависеть от геометрии щели (рис. 2).

Для конической формы ЗРЭ (рис. 2, *a*) при течении из проходного отверстия с уменьшением угла β сжатие струи уменьшается из-за менее крутого поворота потока около кромки седла. Поэтому $\varepsilon_{\text{т}}$ и $\mu_{\text{щ,т}}$ с уменьшением β возрастают. При течении к проходному отверстию седла с уменьшением β поворот потока увеличивается и значения $\varepsilon_{\text{т}}$ и $\mu_{\text{щ,т}}$ при этом уменьшаются. Для щели с острой кромкой ЗРЭ и коническим седлом (рис. 2, *б*) зависимость обратная. При течении из отверстия седла с уменьшением β угол поворота увеличивается и значения $\varepsilon_{\text{т}}$ и $\mu_{\text{щ,т}}$ уменьшаются. При течении к седлу с уменьшением β величины $\varepsilon_{\text{т}}$ и $\mu_{\text{щ,т}}$ увеличиваются. Для щели (рис. 2, *в*) угол истечения переменен, так как обусловлен взаимодействием элементарных струек, подтекающих к щели из разных областей подводящей полости. Щели такого типа негерметичны, так как между затвором *1* и направляющей поверхностью *2* всегда существует некоторый средний радиальный зазор δ , способный и при закрытой щели пропускать жидкость [2].

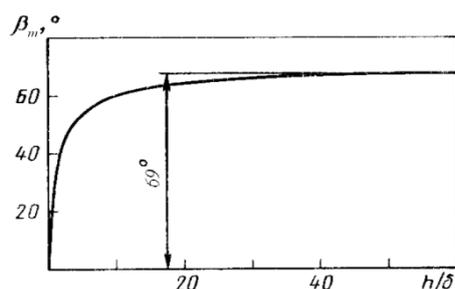


Рис. 3. Зависимость угла истечения струи острой кромки седла и ЗРЭ от относительно зазора

Теоретическая зависимость угла истечения для острой кромки седла и ЗРЭ (рис. 3) определяется по формуле $\beta_t = f(h/\delta)$ и стремится к своему пределу $\beta_t \approx 69^\circ$. В табл. 1 приведены различные варианты сопряжения каналов и проточной части [3].

Кроме изменения проточной части, ЗРЭ и форм кольцевых щелей для дросселирования жидкости в гидрораспределителях широко применяются прорезы (проточки) различной формы в ЗРЭ и направляющих поверхностях.

Варианты сопряжения каналов и проточной части

| | | | |
|--|--------------------|--------------------------------|--|
| | β | ζ | Вход в виде обращенного внутрь насадка |
| | 0,47–0,50 | 1,3–1 | |
| | 0,61–0,65 | 0,40–0,30 | Вход в виде острой кромки, с углом 90° |
| | 0,7–0,8 | 0,20–0,06 | Вход с затупленной кромкой |
| | 0,9 | 0,012 | Вход со скругленной кромкой |
| | 0,99 | ≈ 0 | Профилированный вход |
| | $0,63+0,37/\gamma$ | $(\gamma - 1)/(1,7\gamma + 1)$ | Вход с острой кромкой (90°) для любого отношения $\gamma = S_0/S$ |

Из вышеизложенного очевидно, что величина коэффициента расхода $\mu_{щ}$ влияет на проходящее количество рабочей жидкости через аппарат и в большей степени зависит от геометрии щели. Поля коэффициента расхода $\mu_{щ}$ позволяют учесть влияния кромок проточной части и профиля запорно-регулирующего элемента и снизить потери давления потока рабочей жидкости за счет сопряжения каналов и канавок проточной части плавными криволинейными поверхностями и таким образом улучшить перепадно-расходную характеристику.

Литература

1. Башта, Т. М. Расчеты и конструкции самолетных гидравлических устройств / Т. М. Башта. – М. : ОборонГиз, 1961. – 474 с.
2. Пузанов, А. В. Расходно-перепадные характеристики золотниковых распределителей и характеристики сил / А. В. Пузанов, И. Н. Холкин. – ОАО «СКБ ПА».
3. Гийон, М. Исследование расчет гидравлических систем / М. Гийон. – М. : Машиностроение, 1964.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПИТАЮЩЕ-ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО АППАРАТА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КСК-600

В. В. Венгер

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Основной задачей, решаемой в процессе заготовки кормов, является максимально возможный выход питательных веществ с единицы площади кормовых угодий и минимальные потери питательной ценности исходного сырья в процессе консервирования и хранения. Такого результата можно достичь лишь при уборке кормовых культур в оптимальные фазы вегетации и строгом соблюдении технологических требований процессов кормопроизводства, а также при оптимальном плотности прессования растительной массы.

Недостатком прессования является невозможность регулирования усилия сжатия листостебельной массы по всей рабочей зоне прессования одновременно. При эксплуатации широкозахватной и скоростной техники плотность отжимаемой массы меняется в значительных пределах и вследствие этого при такой конструкции устройства происходит неравномерное усилие сжатия по всей рабочей зоне прессования, что существенно влияет на качество продукции (масса становится неравномерной по влажности).

Целью работы является увеличение равномерности и степени плющения листостебельной массы путем одновременного изменения усилия ее сжатия по всей рабочей зоне прессования. Указанная цель достигается в результате того, что транспортирующие и прессующие валцы имеют одинаковую скорость и устройство, позволяющее регулировать усилие сжатия листостебельной массы одновременно по всей зоне прессования.

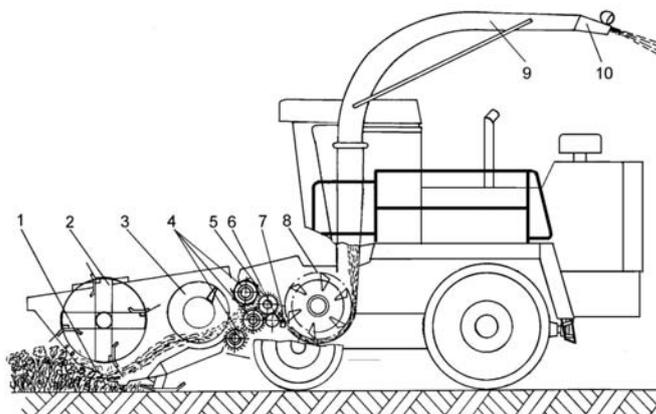


Рис. 1. Схема технологического процесса комбайна с жаткой для трав:

- 1 – режущий аппарат; 2 – мотовило; 3 – шнек; 4 – валцы передние;
5 – валец подпрессовывающий; 6 – валец гладкий; 7 – брус противорежущий;
8 – барабан измельчающий; 9 – силосопровод; 10 – козырек

При наличии ФММ проблема параметрического синтеза МП решается с помощью ПЭВМ. Параметрический синтез МП заданной структуры заключается в определении численных значений его внутренних параметров, обеспечивающих наилучшие значения основного показателя качества МП, при одновременном выполнении условий работоспособности МП.

Функциональная математическая модель (ФММ) анализа свойств МП [2] является составной частью математической модели параметрической оптимизации. Для каждой структурной схемы МП (рис. 2) определяются его выходные параметры, однозначно зависящие от обобщенной координаты – расстояния между центрами валцов (Y).

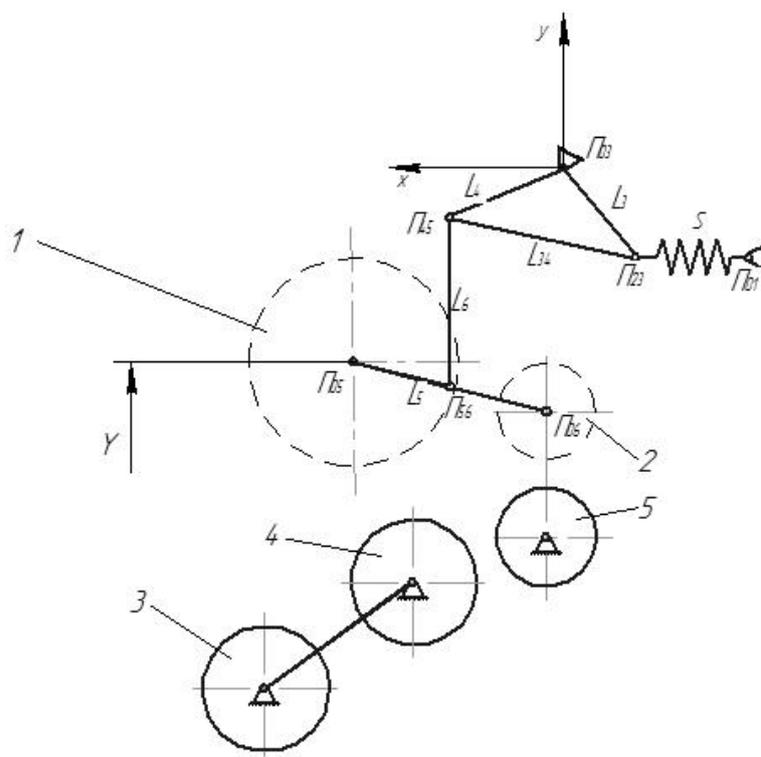


Рис. 2. Структурная схема питающего аппарата КСК-600:
1 – валец передний верхний; 2 – валец задний верхний; 3 – валец передний нижний; 4 – валец средний нижний; 5 – валец задний нижний

В качестве управляемых параметров МП, определяющих его конструктивный вариант, были выбраны: координаты шарнира крепления блока пружин – X_{01}, Y_{01} , а также параметры поворотного рычага – $L_3, \varphi_{34}, L_{34}$. Следует отметить, что число управляемых параметров и диапазон их изменения ограничены условиями серийного производства. Рационально выбранные точки крепления звеньев МП и их геометрические размеры должны обеспечивать его надежную работу на составляющих технологического процесса: захват, протягивание и плющение РМ.

Текущая длина растянутой пружины МП ограничивается в соответствии с выражением:

$$S(Y_{\min}) < S(Y) < L_4 + \sqrt{(Y_{03} - Y_{01})^2 + (X_{03} - X_{01})^2}. \quad (1)$$

Каждому фиксированному значению набора управляемых параметров $\vec{X} = \{X_{01}, Y_{01}, L_3, \varphi_{34}, L_{34}\}$ соответствуют значения передаточного числа и удельного давления в диапазоне изменения обобщенной координаты.

В случае, если (1, 2, 3) выполняются, рассчитываются и запоминаются значения передаточных чисел для МП соответствующей структуры – $I(Y)$:

$$I(Y) = \varphi'_3 \cdot U_{34} \cdot L_4 \cdot \cos \varphi_{34}(Y),$$

где $\varphi'_3(Y)$ – аналог угловой скорости рычага; $U_{34}(Y)$ – передаточное отношение; L_4, φ_3 – длина звена и угол, образуемый \vec{L}_4 с осью абсцисс, в правой системе координат.

Передаточное отношение:

$$U_{34}(Y) = \omega_3 R = \omega_3 L_{34},$$

находим угловую скорость $\omega_3 = \varphi'_3 S$.

Затем рассчитывается соответствующее удельному давлению между вальцами $p(Y)$ значение усилия на пружине:

$$F_{\text{пр}}(Y) = p(Y) \frac{y'_{05}}{I(Y)S}, \quad (2)$$

где $F_{\text{пр}}(Y)$ – усилие на пружине; $I(Y)$ – передаточное число МП; S – длина пружины.

Целевая функция $Z(Y)$ формируется на основе аналитического выражения для удельного давления между вальцами в соответствии со стратегией частного критерия [6]:

$$Z(Y) = \sum_{i=1}^n |p_{\text{ср}} - p(Y_i)| \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $p_{\text{ср}}$ – среднее значение давления на интервале от 1-го до n -го шага; $p(Y_i)$ – дискретное значение функции давления на i -том шаге.

Поиск экстремума целевой функции выполнялся по методу градиента.

Для выбранной структуры и внутренних параметров плоских аналогов механизма плющения на основе сформированной ФММ был проведен вычислительный эксперимент.

Основные результаты эксперимента сведены в таблицу.

Зависимость выходных параметров модернизированного механизма плющения от обобщенной координаты

| Зазор между вальцами | Длина сжатой пружины | Передаточное число механизма | Нагрузка на пружине | Сила давления подвижного вальца |
|----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Y [м] | $S(Y)$ [м] | $I(Y)$ [–] | $F_{\text{пр}}(Y)$ [Н] | $P(Y)$ [Н] |
| –0,210 | 0,675 | 2,331 | 651,35 | 1120,56 |

Окончание

| Зазор между вальцами | Длина сжатой пружины | Передаточное число механизма | Нагрузка на пружине | Сила давления подвижного вальца |
|----------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| -0,191 | 0,667 | 2,418 | 1567,54 | 2356,41 |
| -0,164 | 0,652 | 2,525 | 3546,25 | 3561,53 |
| -0,152 | 0,645 | 2,664 | 4523,34 | 4201,23 |
| -0,134 | 0,638 | 2,862 | 5264,14 | 4625,47 |
| -0,112 | 0,631 | 3,171 | 5978,60 | 5140,28 |

В данной работе предлагается методика параметрического синтеза устройства плющения растительной массы питающим аппаратом КСК-600 и соответствующие результаты исследования. Разработанный способ модернизации параметров механизма плющения может быть использован как в прицепных, так и в самоходных комбайнах-плющилках.

Аналитическое решение задачи проектирования питающе-измельчающего аппарата представляет собой итерационное выполнение процедур анализа на основе сформированной ФММ, а также процедур сравнения и перебора вариантов в процедуре параметрического синтеза МП. Оно состоит в выборе комбинации внутренних параметров плющильного устройства, соответствующих выбранной структуре МП, которые, удовлетворяя функциональным ограничениям, одновременно стабилизируют давление со стороны верхних на нижние вальцы.

Литература

1. Долгов, И. А. Кормоуборочные машины: Теория, конструкция, расчет / И. А. Долгов ; Дон. гос. техн. ун-т, Ростов н/Д : ДГТУ, 1996.
2. Попов, В. Б. Формирование функциональной математической модели механизма плющения растительной массы / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – № 3. – 2007.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛЕБЕДКИ С ПЛАНЕТАРНЫМ ПРЕЦЕССИОННЫМ РЕДУЦИРУЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ

П. С. Гончаров

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель П. Н. Громыко

В настоящее время в сельском хозяйстве распространены средства малой механизации. К ним относятся лебедки, культиваторы, электроплуги и др., в которых одним из важнейших элементов является привод этих устройств.

На РУП завод «Могилевлифтмаш» налажен серийный выпуск лебедок, предназначенных для перемещения грузов в горизонтальной плоскости, а также выполнения вспашки почвы и окуливания растений на дачных участках и огородах. В качестве привода лебедки применяется двухступенчатая зубчатая передача, приводимая в действие от электродвигателя через клиноременную передачу [1]. Конструкция привода и трехмерная модель лебедки изображены на рис. 1.

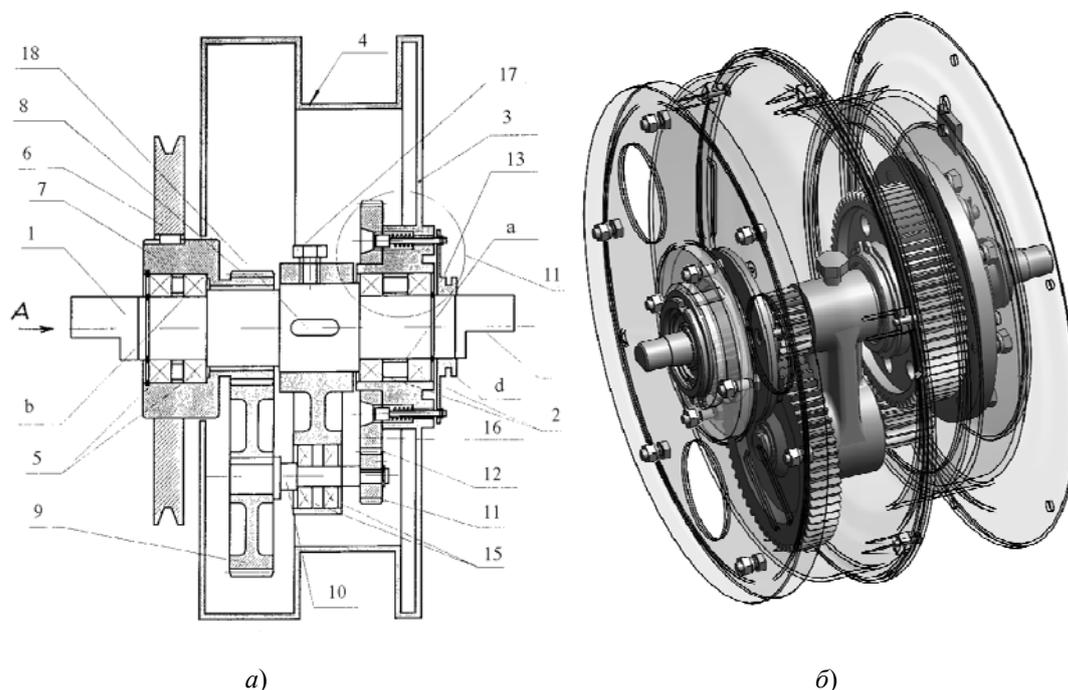


Рис. 1. Конструкция привода и трехмерная модель лебедки:
 а – осевое сечение барабана с двухступенчатым редуктором; б – трехмерная модель барабана с двухступенчатым редуктором: 1 – вал; 2 – опора; 3 – барабан; 4 – желоб; 5 – подшипниковый узел; 6 – шкив; 7 – входная ступень редуктора; 8 – зубчатый венец; 9 – зубчатое колесо; 10 – промежуточный вала; 11 – шестерня; 12 – зубчатое колесо; 13 – муфта; 14 – пальцы; 15 – подшипниковый узел; 16 – кронштейн; 17, 18 – крепежные элементы; 19 – пружины; 20 – подшипниковая опора

Консольное расположение барабана 3 на валу 1, сложность компоновки из-за наличия кронштейна 16 сложной формы, а также четырех зубчатых колес 8, 9, 11 и 12 делают конструкцию привода сложной в изготовлении и сборке.

С целью упрощения привода было предложено применить в ее конструкции прецессионный редуцирующий механизм 2, структурная схема которого показана на рис. 2.

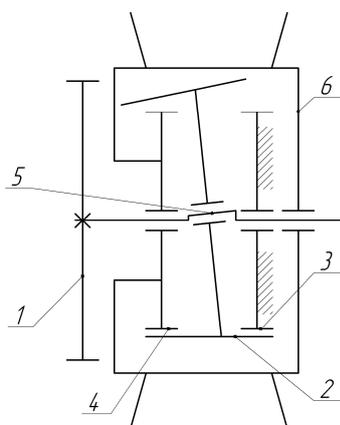


Рис. 2. Структурная схема редуцирующего механизма на базе прецессионного редуцирующего механизма: 1 – входное звено; 2 – сателлитное колесо; 3 – неподвижное колесо; 4 – подвижное колесо, связанное с барабаном; 5 – кривошип; 6 – барабан

На основе структурной схемы разработана конструкция привода лебедки, размещенная внутри ее барабана (рис. 3).

Прецессионный редуцирующий механизм работает следующим образом. Входное звено 3 приводится во вращение от шкива 8. Благодаря наличию наклонной эксцентричной цилиндрической поверхности входного звена 3 и размещенном на указанной поверхности посредством подшипников кольце 4, правые конусные концы 5 роликов 10, расположенные равномерно по периметру в осевых отверстиях кольца 4, взаимодействуют с наружным центральным зубчатым колесом 7, жестко закрепленным с неподвижным основным валом 2.

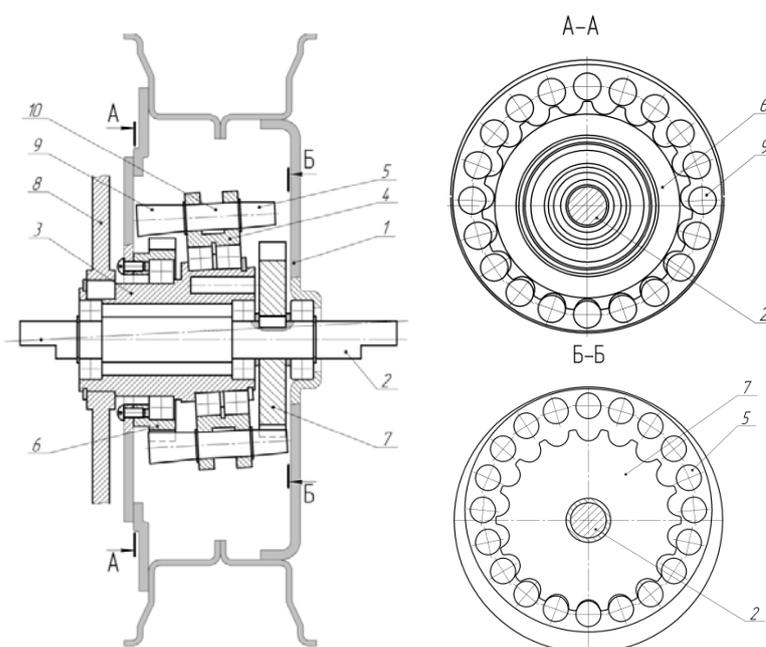


Рис. 3. Общий вид барабана лебедки, разработанной на основе планетарной прецессионной передачи

В результате указанного взаимодействия кольцо 4 наряду с колебательным движением, образуемым благодаря наклонной эксцентричной поверхности входного звена 3, получает также вращение относительно своей оси. Левые конические концы 9 роликов 10, совершающие указанные выше колебательное и вращательное движения, вступают во взаимодействие с зубьями наружного центрального зубчатого колеса 6, жестко связанного с барабаном 1. Результатом такого взаимодействия является вращение наружного центрального зубчатого колеса 6 вместе с барабаном 1 с угловой скоростью, которая определяется соотношением числа роликов 10 и чисел зубьев наружных центральных зубчатых колес 6 и 7.

Для проведения компьютерных исследований на основе разработанной конструкции была составлена трехмерная модель прецессионного редуцирующего механизма с целью определения его основных параметров, таких как КПД, кинематическая погрешность. Компьютерные исследования проводились в приложении CosmosMotion системы трехмерного твердотельного моделирования SolidWorks. Подробно методики создания компьютерных моделей, а также проведения компьютерных исследований изложены в работе [3]. На рис. 4 представлены графики зависимости КПД и кинематической погрешности от времени, полученные по результатам исследований компьютерной модели.

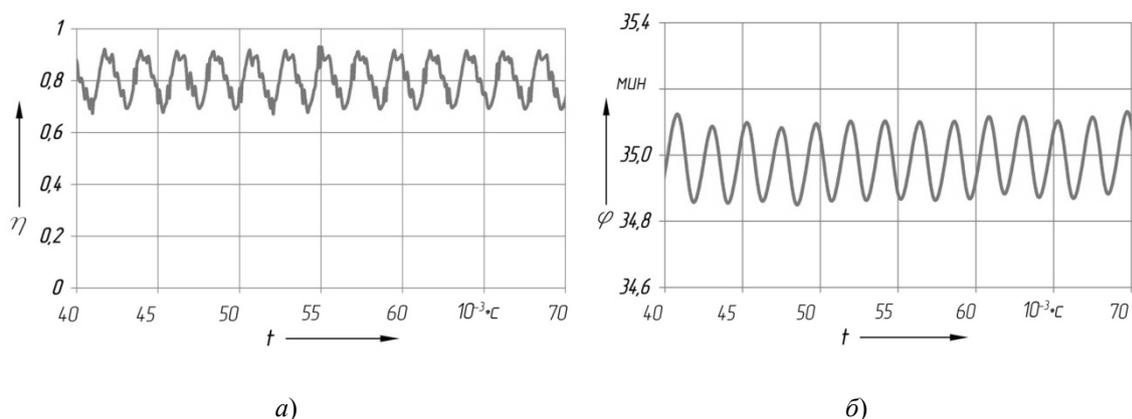


Рис. 4. Графики КПД и кинематической погрешности прецессионного редуцирующего механизма

Как видно из графиков, среднее значение КПД прецессионного редуцирующего механизма составило 0,8 %, а кинематическая погрешность не превышала 0,4 мин.

На стенде РУП завод «Могилевлифтмаш» были проведены испытания модернизированной лебедки по определению максимального тягового усилия, развиваемого приводом с прецессионным редуцирующим механизмом. В результате испытаний было определено, что максимальное тяговое усилие лебедки составило 2700 Н, что на 700 Н выше, чем тяговое усилие привода серийно изготавливаемой РУП завод «Могилевлифтмаш» лебедки.

Благодаря использованию прецессионного редуцирующего механизма в конструкции лебедки сельскохозяйственной планируется снизить ее массу, уменьшить габаритные размеры и себестоимость изготовления лебедки в целом.

Литература

1. Лебедка : пат. 2132ВУ / Н. В. Сас, М. А. Цимбаревич ; заявитель и патентообладатель Могилев. лифтостр. з-д. – № 2642 ; заявл. 28.12.1994 ; опубл. 30.06.1998. – 3 с.
2. Планетарная прецессионная передача : пат. 14938 ВУ, МПК F 16 Н 1/32 / П. Н. Громыко, И. В. Трусов, П. С. Гончаров ; заявитель и патентообладатель Гос. учреждение высш. проф. образования «Белорусско-Российский университет». – № а20091553 ; заявл. 11.02.2009 ; опубл. 30.06.2011. – 4 с.
3. Компьютерное моделирование планетарных прецессионных передач : монография / П. Н. Громыко [и др.] ; под общ. ред. П. Н. Громыко. – Могилев : ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2007. – 271 с. : ил.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЕЦЕССИОННОГО МОТОР-РЕДУКТОРА ДЛЯ ПРИВОДА ШНЕКОВОГО КОНВЕЙЕРА УСТАНОВКИ НОРИИ FPK-50

И. В. Трусов

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель П. Н. Громыко

Установка нория предназначена для вертикального транспорта сыпучих материалов мелко- и среднезернистых, а также россыпью в комочках с нижнего уровня на высший (рис. 1). Устройство может транспортировать зерновые культуры и кукурузу, семена зернобобовых и масличных растений, фуражный корм и

другие. Транспорт сырья происходит непрерывным способом с ручной либо механической загрузкой. Нория может быть приспособлена к работе в технологических линиях.

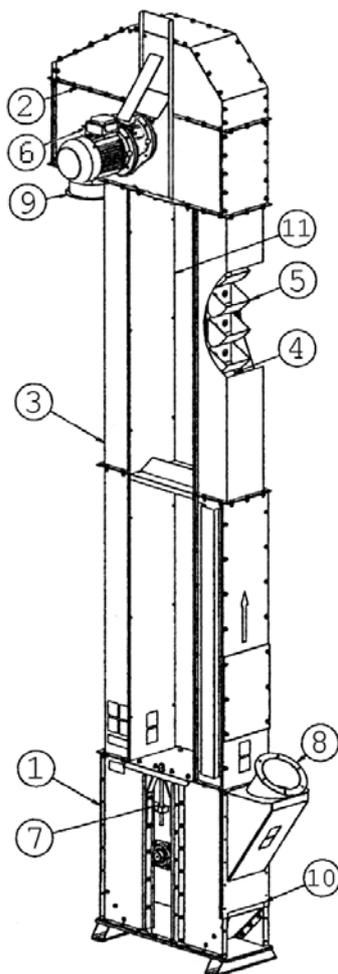


Рис. 1. Устройство установки нории типа FPK-50:

- 1 – секция загрузки; 2 – секция разгрузки; 3 – промежуточная секция;
 4 – ремень нории; 5 – ковшик; 6 – прецессионный мотор-редуктор; 7 – натяжитель
 ремня; 8 – загрузочное отверстие; 9 – отверстие высыпа; 10 – задвижка люка
 для очистки; 11 – корпус отверстия для консервации ремня и замены ковшиков

Особенностью привода, используемого в нории, является то, что редуктор не должен иметь встроенный в его конструкции выходной вал. А крутящий момент передается на вал барабана, приводящего в движение ремень с ковшиками.

В настоящее время в качестве привода для норий, поставляемых предприятиям сельского хозяйства ОАО «Казимировский опытно-экспериментальный завод» (г. Могилев), используются редуктора итальянской фирмы TRAMEC, комплектуемые польскими электродвигателями. Однако в случае выхода из строя их нельзя заменить на белорусские аналоги. Поэтому для комплектации нории отечественным приводом была разработана конструкторско-технологическая документация и изготовлены два опытных образца прецессионных редукторов. Исходные данные для проектирования мотор-редуктора для привода нории приведены в таблице.

Исходные данные для проектирования мотор-редуктора

| Тип э/двигателя | Передаточное отношение | Частота вращения входного вала, мин ⁻¹ | Момент на выходном валу, Н · м | Передаваемая мощность, кВт |
|-----------------|------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|
| 4A100S2Y3 | 15 | 2860 | 250 | 5,5 |

На рис. 2 приведен общий вид прецессионного редуктора для привода нории ФРК-50, на рис. 3 – его конструкция.

Принцип работы редуктора состоит в следующем. Вращение от вала приводного электродвигателя 1 передается на косую эксцентриковую втулку 2 с противовесом 8. Посредством косой эксцентриковой втулки 2 и расположенного на ней сферического подшипника 7 вращательное движение вала электродвигателя преобразуется в колебательное (сферическое) движение сателлита 3. Зубья сателлита 3 взаимодействуют с роликами 4, расположенными неподвижно в круговом порядке на внутренней поверхности корпуса 1. Благодаря указанному взаимодействию сателлит 3 получает вращение вокруг своей оси, которое передается на вал установки нория посредством угловой муфты, представляющей собой стакан со сферическими пальцами, расположенными в осевых пазах втулки вала установки нория.

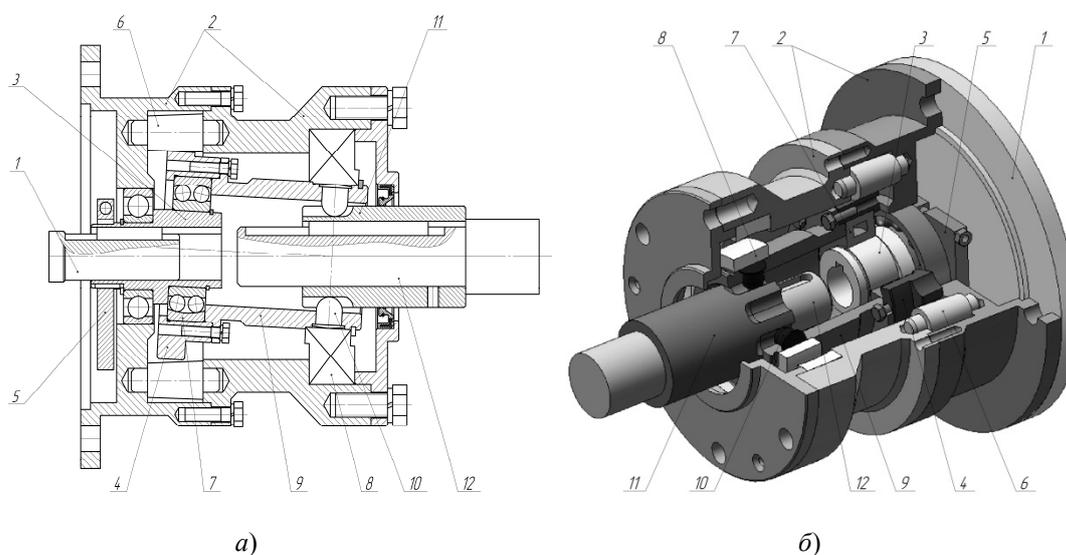


Рис. 2 Общий вид прецессионного редуктора:

a – общий вид; *б* – компьютерная модель прецессионного редуктора:

1 – приводной вал (электродвигатель); 2 – корпус редуктора; 3 – эксцентрик;

4 – сателлит; 5 – противовес; 6 – ролики; 7, 8 – сферические подшипники;

9 – стакан; 10 – пальцы; 11 – втулка; 12 – вал установки нория

Структурные особенности предложенного прецессионного мотор-редуктора позволяют сочетать при ее работе одновременно редуцирующих функций и функций компенсирующей муфты [1].

К указанным особенностям следует отнести: во-первых, в конструкции передачи используется угловая муфта, которая представляет собой сферические пальцы 10, расположенные в круговом порядке на внутренней поверхности стакана 9, и втулку с цилиндрическими пазами 11, жестко закрепленную на валу установки

нория 12. Благодаря угловой муфте происходит снятие вращения с совершающего сферическое движение сателлита 4, а также возможна компенсация неточности расположения выходного вала 12, вызванные погрешностями изготовления, а также контактными и упругими деформациями; во-вторых, использование на кривошипном валу сферического подшипника 8 также способствует компенсации взаимных погрешностей между входным валом 1 и валом установки нория 12, что позволяет расширить поля допусков на некоторые размеры деталей редуктора без ущерба для его функциональных возможностей.

Указанные выше сочетания функций позволяют изготавливать прецессионные мотор-редукторы на основе деталей с приемлемой для обычного производства точностью, но в то же время, имеющие технический уровень, соответствующий уровню лучших мировых аналогов.

В процессе проверки работоспособности прецессионного мотор-редуктора были проведены испытания по определению его кинематической погрешности, КПД, а также температурного режима работы на стенде кафедры «Теоретическая механика» Белорусско-Российского университета [2]. На рис. 3 представлены графики зависимости КПД и кинематической погрешности от времени, полученные по результатам испытаний.

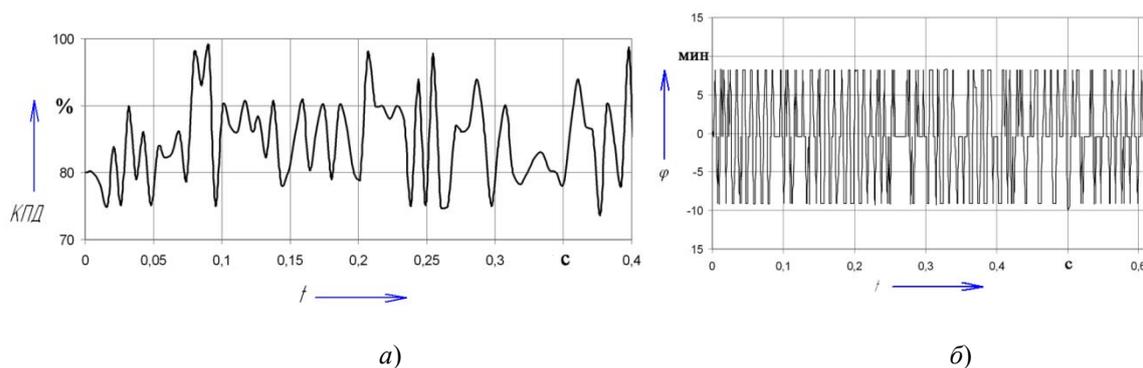


Рис. 3. Графики КПД и кинематической погрешности прецессионного редуцирующего механизма

Как видно из графиков, среднее значение КПД прецессионного редуцирующего механизма составило 87 %, а кинематическая погрешность не превышала 18 угловых минут.

При работе мотор-редукторов в установках нория одним из важных показателей, определяющих возможность их использования в указанной установке, является показатель возможности запуска мотор-редуктора при нагрузках на выходном валу, превышающих номинальное значение. В ходе испытаний прецессионный мотор-редуктор запускался при нагрузке 700 Н·м, которая превышает номинальную более чем в два раза.

В данный момент редуктор проходит эксплуатационные испытания в составе установки нория, после чего планируется налаживание его серийного выпуска.

Литература

1. Планетарная прецессионная передача : пат. 14938 ВУ, МПК F 16 Н 1/32 / П. Н. Громько, И. В. Трусов, П. С. Гончаров ; заявитель и патентообладатель Гос. учреждение высш. проф. об-

разования «Белорусско-Российский университет». – № а20091553 ; заявл. 11.02.2009 ; опубли. 30.06.2011. – 4 с.

- Громько, П. Н. Создание специализированного стенда для комплексного исследования технических характеристик мотор-редукторов / П. Н. Громько, Д. С. Галюжин, Л. Г. Доконов, И. В. Трусов // Гор. механика. – 2008. – № 4. – С. 75–80.

РЕДУКТОРНЫЕ ВСТАВКИ ЭЛЕКТРОБУРОВ

Е. С. Фитцова

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель М. Е. Лустенков

В настоящее время практически все месторождения нефти на территории Республики Беларусь находятся на заключительной стадии разработки. Ежегодно добыча нефти в Беларуси сокращается на 20 тыс. т за счет выработки запасов на месторождениях, находящихся в промышленной разработке. Для замедления темпов закономерного падения уровня нефтедобычи в республике реализуется программа по внедрению новых технологий в области бурения и разработки залежей нефти и газа, геолого-технических мероприятий и поддержания пластового давления, которая предусматривает добычу нефти в 2015 г. в объеме не менее 1,6 млн т. Согласно указанной программе в период 2011–2015 гг. планируется прорубить около 160 новых скважин, более 90 вторых стволов, произвести свыше 100 скважино-операций по переходу на вышележащий интервал и другой горизонт [1].

По данным концерна «Белнефтехим», потенциальный резерв для поисков залежей нефти располагается в Припятском прогибе – трещиноватая поверхность кристаллического фундамента, которая располагается на глубинах от 1,5 до 7 км. Таким образом, поиски залежей нефти на больших глубинах – новое высокоперспективное направление поисковых работ в Республике Беларусь. Для его реализации проводится большой комплекс работ по техническому и технологическому переоснащению геологоразведочных работ [2].

Также одним из приоритетных направлений снижения годовых темпов падения добычи углеводородного сырья является внедрение передовых технологий по увеличению нефтеотдачи пластов и бурение вторых стволов эксплуатируемых скважин.

Учитывая поставленные в Госпрограмме задачи, а также геолого-физические и геолого-промысловые условия месторождений нефти на территории Беларуси, возникает необходимость применения новых методов увеличения нефтеотдачи пластов.

Одним из таких способов повышения дебита скважин и коэффициента извлечения нефти из пластов является вскрытие продуктивных горизонтов горизонтальными и горизонтально-разветвленными стволами. В данном случае наиболее оптимальным и рациональным способом бурения является применение электробуров, которые позволяют бурить наклонно направленные скважины в сочетании с телеметрическими системами в сложных геологических условиях.

Согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 15880–96 «Электробуры. Общие технические условия» наружные диаметры электробуров находятся в диапазоне от 127 до 290 мм. Наружный диаметр электробура может быть увеличен на величину до 8 мм или уменьшен на величину до 5 мм.

Электробуром бурят практически при постоянной скорости вращения долота и бурильщик не может ее регулировать. Менять скорость вращения можно при помощи редукторов-вставок [3].

Данные требования жестко определяют выбор типа редукторной вставки для электробура по радиальным габаритам и нагрузочной способности. В большинстве случаев применяется планетарная зубчатая передача по схеме 2К-Н.

Помимо традиционных зубчатых зацеплений в последнее время активно внедряются новые виды механических передач, в частности, передачи с промежуточными телами качения (ППТК), которые с успехом применяются для создания компактных приводов.

Преимущества ППТК:

– компактность, особенно в радиальном направлении, частичная замена трения скольжения на трение качения;

– многопоточность, высокий коэффициент перекрытия. Если в зубчатых передачах в зацеплении находятся одна или несколько пар зубьев, то в данных передачах все тела качения постоянно передают нагрузку;

– соосность входного и выходного валов, возможность создания многоступенчатых конструкций и возможность проектирования сквозного отверстия (до 50 % от диаметра корпуса) для прохода промывочной жидкости.

Продолжительное время широкое применение передач данного типа в промышленности сдерживала технологическая база, отсутствие станочного оборудования, с помощью которого возможно было бы решить задачи изготовления пространственных поверхностей и беговых дорожек. Существующий в настоящее время станочный парк с ЧПУ позволяет обрабатывать поверхности практически любой сложности, а появившиеся возможности 3D-моделирования значительно упрощают и ускоряют процесс проектирования.

За рубежом в настоящее время работы в направлении создания планетарных редукторов с передачами с телами качения проводят фирмы и исследователи: Synkinetics и AdvancedEnergyConcepts 81 (США), BollmanHydraulikGmbH (Германия), ImaseKenji (Япония), AxialWaveDrive (Нидерланды) и др. Анализ патентной литературы свидетельствует о значительной патентной активности по данному направлению фирм из Японии, Южной Кореи и особенно из Китая. То, что в последние годы работы по данному направлению в России активизировались, свидетельствует о перспективности исследований в этой области. ОАО «Редуктор» (Ижевск, РФ) и ЗАО «Томские трансмиссионные системы» в 2006–2007 гг. наладили серийный выпуск «редукторов-подшипников». В частности, известны разработки «Сибирской машиностроительной компании» и ЗАО «Томские трансмиссионные системы», получившие серийное внедрение. Серийно выпускаются приводы запорной арматуры, редукторы и мотор-редукторы для бетономешалок, механические ключи для монтажа и сборки колес автомобилей КамАЗ и др.

Основной недостаток передач с промежуточными телами указанного выше первого направления исследований – это относительно низкое значение КПД. Снижение механических потерь в зацеплении этих передач будет способствовать значительному расширению областей их применения, что и является одной из основных целей данной работы.

Малогабаритные механические приводные системы на базе ППТК разрабатываются в настоящее время в Белорусско-Российском университете. Тела качения в процессе работы совершают согласованное волнообразное движение, контактируя с беговыми дорожками (кулачковыми поверхностями) основных звеньев передачи. Передаточное число ППТК определяется количеством периодов этих периодических беговых дорожек, замкнутых на цилиндрической, плоской или других поверхностях.

Передачи аналогичного типа (синусошариковые передачи) использовались для создания редукторов-шпинделей турбобуров и электробуров, а также устройств для развинчивания колонн бурильных труб. Разрабатываемые ППТК имеют диаметр корпуса редуктора от 36 мм и более и передаточное число – 5–9 (до 15) в одной ступени, КПД – до 60–90 %.

Разработаны конструкции с составными обоймами (наружными и внутренними кулачками), образующими беговые дорожки (рис. 1). Фиксация одной из обойм и постепенное перемещение другой обоймы вдоль оси передачи позволяют компенсировать износ рабочих поверхностей.

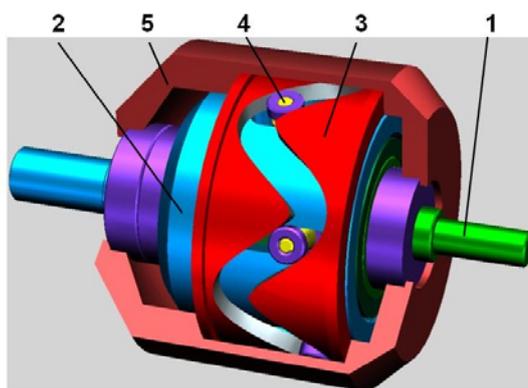


Рис. 1. Конструкция редуктора с составными роликами:
1 – входной вал с однопериодной беговой дорожкой; 2 – выходной вал (сепаратор); 3 – наружная обойма (кулачок) с многопериодной беговой дорожкой, состоящая из двух частей; 4 – составные ролики; 5 – корпус

Тела качения (ролики) выполнены составными, что позволяет снизить потери на трение скольжения, частично заменив его качением. На основе данной конструкции был разработан макет редукторной вставки для электробура (рис. 2).



а)

б)

Рис. 2. Детали редукторной секции (а) и редукторная секция в сборе (б)

Диаметр корпуса составил 96 мм, передаточное число равно 8. Беговые дорожки редуктора имеют «квазивинтовую» форму, которая технологична в изготовлении. Проведенные эксперименты подтвердили все теоретические кинематические зави-

симости. В настоящее время проводятся эксперименты по определению оптимального состава смазки для повышения КПД редукторной вставки.

Л и т е р а т у р а

1. Программа освоения месторождений полезных ископаемых и развития минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2011–2015 годы и на период до 2020 года.
2. Библиотека электронных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cnb.by/content/view/1705/68/lang,ru/>. – Белорусская строительная газета.
3. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин : учеб. для нач. проф. образования / Ю. В. Вадецкий. – М. : Академия, 2003. – 352 с.

РАЗРАБОТКА АВТОТРАКТОРНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ПОВЫШЕННОГО ТРЕНИЯ НА БАЗЕ ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

А. П. Прудников

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель М. Е. Лустенков

Республика Беларусь является страной с развитым авто- и тракторостроением и совершенствование сельскохозяйственной техники является одним из приоритетных направлений развития республики. В данной работе предлагается к разработке и совершенствованию такой элемент трансмиссий автомобилей и тракторов, как межколесные дифференциалы повышенного трения.

Разработкой и созданием дифференциалов повышенного трения занимаются компании Zexel Torsen (США), Tractech (США), ДАК (РФ) и др.

Общий недостаток существующих конструкций дифференциалов повышенного трения – увеличенные размеры в диаметральном направлении.

Ранее была предложена конструкция дифференциала на базе синусошариковой передачи [1], преимуществами которой являются:

- малые радиальные габаритные размеры;
- возможность компенсации погрешностей изготовления и эксплуатационного износа деталей передачи, участвующих в передаче нагрузки, путем установки регулировочных прокладок;
- многопоточность при передаче нагрузки.

Невысокий КПД, характерный для синусошариковых передач, при создании дифференциалов повышенного трения обращается в преимущество.

Недостатком данной конструкции дифференциала являются потери на трение при повороте транспортного средства, вследствие наличия трения скольжения из-за одновременного контакта шариков с тремя деталями передачи, что влечет дополнительные расходы топлива и износ деталей передачи. Точечный контакт шариков с пазами сепаратора приводит к возникновению высоких контактных напряжений и снижению нагрузочной способности дифференциала.

Совершенствование технического уровня выбранной конструкции направлено на улучшение качества выполнения функционального назначения путем устранения обнаруженных недостатков и с учетом принципа фрагментации, широко применяемого зарубежными разработчиками [2]. Это реализовано путем использования составных роликовых сателлитов.

Также были разработаны и проанализированы возможные структурные схемы передач с промежуточными телами качения для создания дифференциалов: с наружным сепаратором и с промежуточным сепаратором.

Преимуществами дифференциалов с наружным сепаратором являются:

- удобство размещения шестерни главной передачи, поскольку шестерня непосредственно крепится на сепаратор, являющийся наружным звеном;
- повышенная прочность сепаратора (сепаратор не имеет сквозных прорезей, а имеет продольные пазы на внутренней поверхности);
- приблизительно одинаковые условия функционирования и левого и правого кулачков, вследствие их соразмерности.

Недостаток – возможность попадания тел качения в так называемые «мертвые положения», где момент на колеса не передается.

Преимуществом дифференциалов с промежуточным сепаратором является возможность разработка многорядной конструкции, в которой отсутствуют «мертвые положения» и увеличивается нагрузочная способность.

Недостатки:

- сепаратор является промежуточным звеном, что затрудняет компоновку главной передачи;
- сепаратор является слабым элементом конструкции, прочность которого снижена из-за наличия сквозных пазов.

Исходя из рассмотренных преимуществ и недостатков указанных схем, более перспективной была признана конструкция дифференциала с промежуточным сепаратором.

Конструкция разработанного роликового дифференциала представлена на рис. 1.

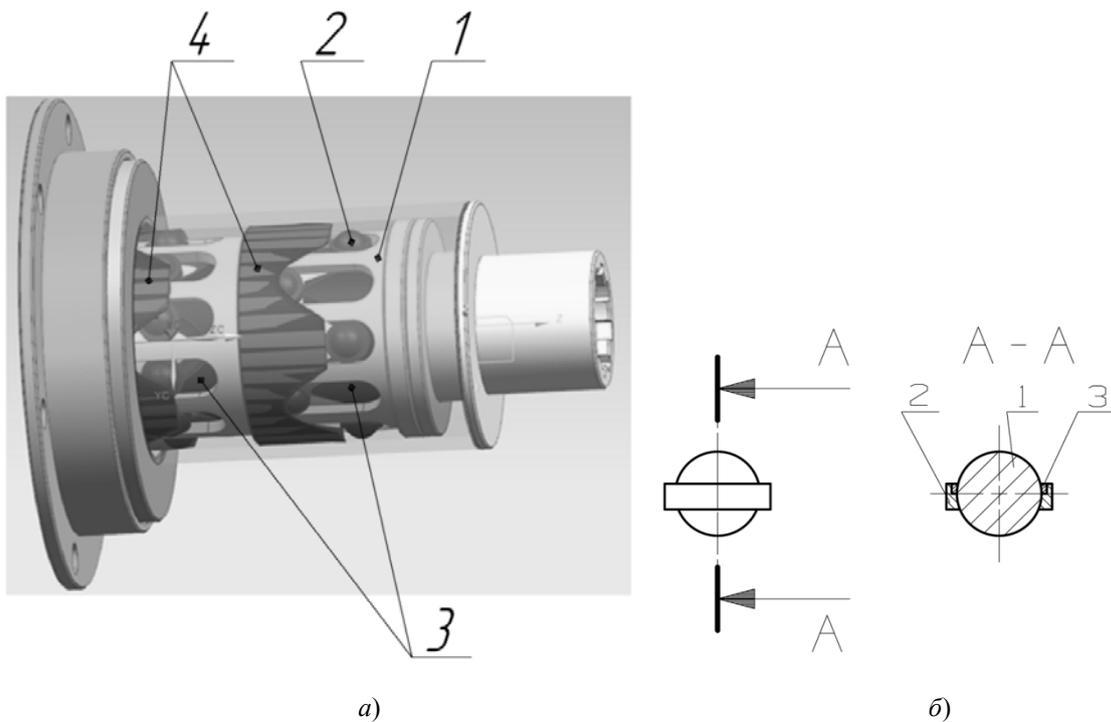


Рис. 1. Роликовый дифференциал повышенного трения: а – конструкция дифференциала; б – конструкция составного роликового сателлита

При прямолинейном движении транспортного средства вращение от сепаратора 1 (рис. 1, а), связанного с шестерней главной передачи, посредством составных роликовых сателлитов 2, контактирующих непосредственно с сепаратором 1 и кулачками 3 и 4, имеющими многопериодную торцовую поверхность, передается на связанные с ними полуоси автомобиля и далее на ведущие колеса, обеспечивая им одинаковую угловую скорость.

При выполнении автомобилем поворота или попадании одного из ведущих колес транспортного средства на неровности дороги (впадина или возвышенность) колеса и, соответственно, полуоси, связанные с кулачками 3 и 4, стремятся вращаться с разными угловыми скоростями. При этом составные роликовые сателлиты 2 начинают перемещаться по многопериодной торцовой поверхности кулачков 3 и 4 и одновременно вдоль пазов сепаратора 1, вынуждая кулачки и связанную с ними ось, колесо которой перемещается по большему радиусу или неровности дороги, вращаться с угловой скоростью большей угловой скорости сепаратора 1 на величину отставания второго колеса.

При попадании одного из ведущих колес на скользкий участок дороги и потери сцепления с ней дифференциал автоматически блокируется вследствие значительной разности вращающих моментов на колесах и перераспределяет момент в пользу колеса, у которого сцепление с дорогой лучше.

Разработанная конструкция роликового дифференциала повышенного трения является двухрядной. Соответственно, при попадании составных роликовых сателлитов одного ряда на вершины многопериодного торцового профиля кулачков, где нагрузка не передается, в другом ряду тела качения занимают положение, где нагрузочная способность максимальна. С этой целью пазы в сепараторе в разных рядах смещены друг относительно друга на половину углового шага, что также позволяет увеличить прочность сепаратора за счет уменьшения напряжений изгиба.

Конструкция дифференциала позволяет регулировать осевое положение кулачков и, соответственно, компенсировать эксплуатационный износ деталей передачи.

Повышение КПД роликового дифференциала достигается тем, что на шарики 1 (рис. 1, б) надеваются втулки 2 и 3, которые запрессовываются друг в друга и образуют единое тело. В результате при повороте транспортного средства шарики контактируют с соответствующей поверхностью кулачков, а втулки с пазами в сепараторе с возможностью осуществления процессов качения, а не скольжения. Потери на трение при этом снижаются. Также снижаются контактные напряжения, вследствие наличия линейного контакта втулок с пазами сепаратора, и, соответственно, возрастает нагрузочная способность дифференциала.

Таким образом, разработанная конструкция дифференциала повышенного трения на базе передачи с промежуточными телами качения при соответствии всем требованиям, предъявляемым к дифференциалам, имеет малые радиальные габаритные размеры и материалоемкость, и высокую нагрузочную способность.

Л и т е р а т у р а

1. Лустенков, М. Е. Планетарные шариковые передачи цилиндрического типа : монография / М. Е. Лустенков, Д. М. Макаревич. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2005. – 123 с. : ил.
2. Даньков, А. М. Концепция развития зубчатых цилиндрических передач и пути ее практической реализации / Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. – Могилев, 2008. – Ч. 1. – 340 с. : ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТИ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ОБРАЗУЮЩУЮ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

В. Д. Богацкий

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Развитие машиностроения предъявляет все более высокие требования к качеству выпускаемой продукции. От этого напрямую зависит ее конкурентоспособность. Качество и точность продукции машиностроения определяются рядом факторов, причем одним из основных является качество применяемого металлорежущего инструмента.

Особое место среди машиностроительной продукции занимают детали с периодическими профилями, такие как зубчатые колеса, зубчатые муфты, детали шлицевых соединений и др., обработка которых преимущественно осуществляется обкаточными инструментами. Наиболее распространенными обкаточными инструментами являются червячные фрезы.

Несмотря на значительное количество работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных этим инструментам, вопросы влияния точности инструмента на качество полученной детали разработаны недостаточно.

В связи с этим исследование влияния точности режущих элементов червячных фрез на образующую зубьев зубчатых колес является актуальной задачей.

Для определения точности профиля зубчатого колеса необходимо смоделировать процесс его формообразования.

Для математического описания эвольвентного профиля получаемого методом обката инструментом реечного типа использовался метод преобразования координат [2].

На рис. 1 изображена расчетная схема станочного зацепления, в которой неподвижная $X_0O_1Y_0$ и подвижная XAY системы координат.

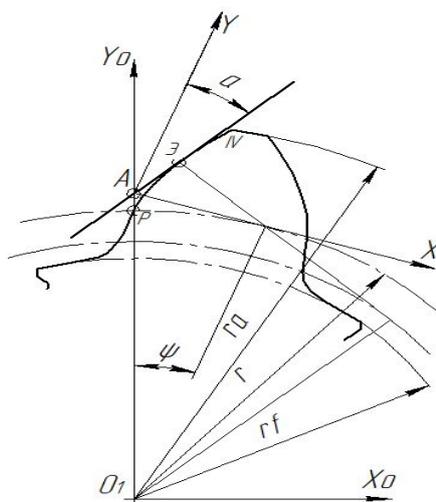


Рис. 1. Расчетная схема станочного зацепления

В результате преобразования координат в системе XAY уравнение эвольвенты будет иметь такую форму:

$$x_s = r[\sin(\varphi - \psi) - \varphi \cos \alpha \cos(\varphi - \psi + \alpha)];$$

$$y_s = r[\cos(\varphi - \psi) + \varphi \cos \alpha \sin(\varphi - \psi + \alpha)] - r_f.$$

Далее использовали параметрическую графическую модель формообразования эвольвентных зубьев зубчатых колес по схеме огибания исходным производящим контуром с использованием системы T-FLEX CAD 2D (рис. 2) [1].

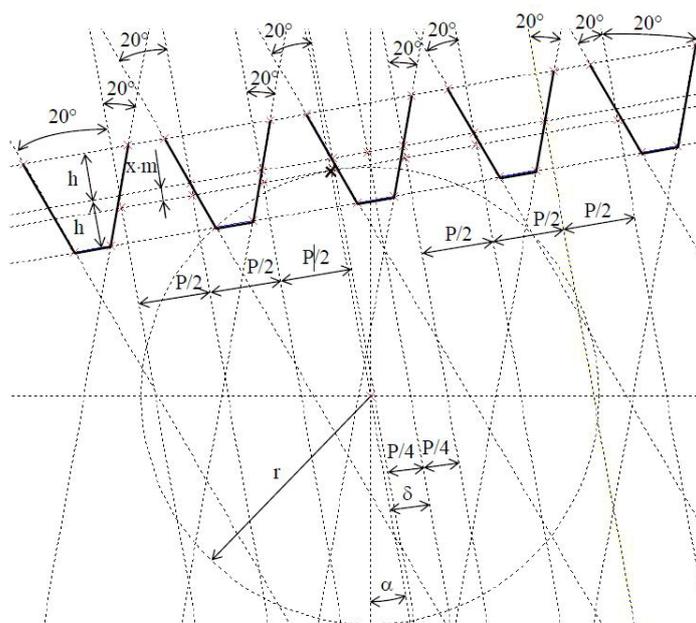


Рис. 2. Параметрическая модель процесса формирования эвольвентных зубьев зубчатого колеса по схеме огибания исходным производящим контуром

Построенная модель представляет собой параметрический чертеж исходного производящего контура по ГОСТ 13755–81, имеющего возможность при изменении параметра анимации совершать движение огибания с заданным передаточным отношением, геометрически имитирующее нарезание эвольвентных зубьев зубчатых колес. Передаточное отношение задается исходя из того, что при повороте исходного производящего контура относительно центра симметрии зубчатого колеса на угол $360^\circ/z$, он должен смещаться по касательной к делительной окружности колеса в направлении, противоположном направлению вращения, на величину шага P .

После запуска встроенной функции анимации T-FLEX, изменяя значение параметра анимации от начального до конечного значения с заданным шагом, сформирует на экране след перемещения исходного производящего контура (рис. 3, а), представляющий собой графическую модель процесса формообразования зубьев зубчатого колеса по схеме огибания.

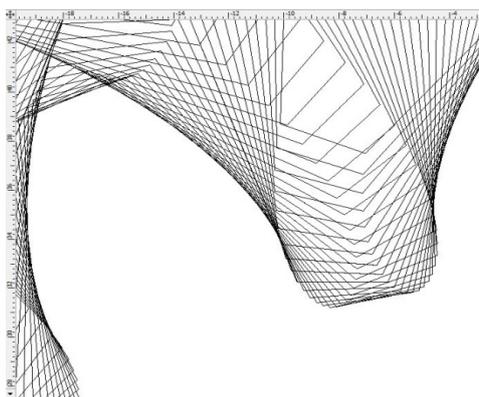


Рис. 3. След перемещения исходного производящего контура

При увеличении полученного следа мы видим огранку (погрешность), получаемую в результате формообразования зубьев зубчатых колес.

По результатам моделирования была построена кривая изменения погрешности по длине боковой поверхности зуба (рис. 4).

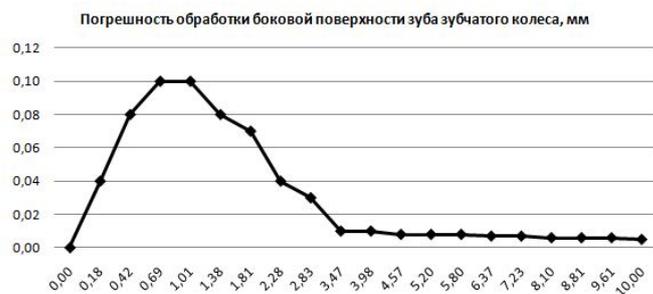


Рис. 4. График изменения погрешности обработки по длине боковой поверхности зуба зубчатого колеса

Кроме того, были проведены исследования влияния параметров червячной фрезы на точность нарезаемых колес, при этом учитывалась:

- накопленная погрешность по шагу зубьев до 0,2 мм;
- радиальное биение зубьев инструмента до 0,2 мм;
- неточность взаимного расположения зубьев до 2 градусов.

Анализируя результаты исследования, можем сделать вывод, что наибольшее влияние на кинематическую образующую зубьев зубчатых колес оказывает неравномерность шага зубьев инструмента.

Литература

1. Киричек, А. В. Проектирование металлообрабатывающих инструментов и технологической оснастки в T-FLEX CAD / А. В. Киричек, А. Н. Афонин. – М. : Машиностроение, 2007. – 158 с.
2. Тимофеев, Г. А. Проектирование зубчатых и планетарных механизмов с использованием ЭВМ / Г. А. Тимофеев, А. В. Яминский, В. В. Каганова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 60 с. : ил.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ НАСАДОК АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

А. А. Астапович, А. А. Калиновский

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Точность многошпиндельных насадок зависит от статической податливости и геометрических погрешностей. Для определения статической точности многошпиндельной насадки, необходимо произвести расчет жесткости шпиндельного узла. При этом в рассматриваемой насадке находили наиболее нагруженный шпиндельный вал и производили его уточненный расчет. Расчетная схема представлена на рис. 1

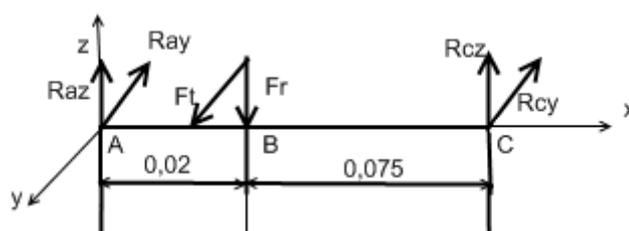


Рис. 1. Расчетная схема

На податливость узла оказывает влияние податливость передней опоры и тела шпинделя. Жесткость опоры с шариковым радиально-упорным подшипником определялась по формуле

$$j_a = 1,5 C^{\frac{2}{3}} F_n^{\frac{1}{3}} \left(i_1^{\frac{2}{3}} + i_2^{\frac{2}{3}} \right),$$

где

$$C = 10^5 z \sin^{\frac{5}{2}} \alpha \sqrt{1,25 d_{ш}}.$$

Статическое перемещение шпиндельного узла определяли по формуле

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = P \left[\frac{a^3}{3EI_1} + \frac{a^2 l}{3EI_2} + \frac{j_A a^2 + j_B (l+a)^2}{j_A j_B l^2} \right] \pm Q \left[\frac{j_B (l+a) - j_A (l-b)}{j_A j_B l^2} - \frac{a(b^3 + 2bl^2 - 3b^2 l)}{3EI_2 l} \right],$$

где δ_1 – перемещение, вызванное изгибом тела шпинделя; δ_2 – перемещение, вызванное податливостью опор.

Геометрическая точность межосевого расстояния определяется точностью расстояния между осями отверстий корпусной детали, отклонением от соосности наружных колец подшипников качения, зазорами между наружными кольцами подшипников и стенками отверстий в корпусе и др.

В качестве исходного размера выбирали расстояние между осями вращения валов в средней плоскости зубчатых колес $B\Delta = B\Sigma$.

В качестве составляющих звеньев: $B1$ и $B6$ – отклонения от соосности наружных колец подшипников одного вала; $B12$ и $B17$ – отклонения от соосности наружных колец подшипников другого вала; $B2$ и $B7$ – смещение осей наружных колец подшипников одного вала в пределах посадочного зазора в отверстии блока; $B13$ и $B18$ – то же, в отверстии блока подшипников другого вала; $B3$ и $B8$ – зазор в сопряжении штифтов и блоков одного вала; $B14$ и $B19$ – зазор в сопряжении штифтов и блоков другого вала; $B4$ и $B9$ – зазор в сопряжении штифтов и плиты одного вала; $B15$ и $B20$ – зазор в сопряжении штифтов и плиты другого вала; $B11$ – расстояние между осями отверстий блоков; $B5$, $B10$, $B16$ и $B21$ – смещения центров дорожек качения внутренних колец подшипников, вызванные наличием зазоров в подшипниках.

$B11$ – скалярная величина.

$B1$, $B6$, $B12$ и $B17$ – векторные величины.

Размеры $B2$, $B7$, $B13$, $B18$, $B3$, $B8$, $B14$, $B19$, $B4$, $B9$, $B15$, $B20$, $B5$, $B10$, $B16$ и $B21$ относятся к сопряжениям с зазором, полностью выбираемыми в определенном направлении действующими на опоры валов силами.

Для определения углов между плоскостью, в которой расположены валы, и направлением действия сил на опоры валов применим по свертке привода.

Коэффициенты приведения влияющих размеров в сопряжении с зазором определяются с учетом направления выборки зазоров. Силы, действующие на опоры 1 и 2, уменьшают межосевое расстояние, а силы, действующие на опоры 3 и 4, увеличивают его.

$\xi9 := 1,0$ – коэффициент приведения размера $B11$;

$$\xi2 := \frac{-13}{L} \cos(\beta1) \quad \xi3 := \frac{-13}{L} \cos(\beta1) \quad \xi4 := \frac{-l_3}{L} \cos(\beta1) \quad \xi5 := \frac{-13}{L} \cos(\beta1);$$

$$\xi7 := \frac{-12}{L} \cos(\beta2) \quad \xi8 := \frac{-12}{L} \cos(\beta2) \quad \xi9 := \frac{-12}{L} \cos(\beta2) \quad \xi10 := \frac{-12}{L} \cos(\beta2);$$

$$\xi13 := \frac{14}{L} \cos(\beta3) \quad \xi14 := \frac{14}{L} \cos(\beta3) \quad \xi15 := \frac{14}{L} \cos(\beta3) \quad \xi16 := \frac{14}{L} \cos(\beta3);$$

$$\xi17 := \frac{15}{L} \cos(\beta4) \quad \xi18 := \frac{15}{L} \cos(\beta4) \quad \xi19 := \frac{15}{L} \cos(\beta4) \quad \xi20 := \frac{15}{L} \cos(\beta4),$$

где 12–15 – расстояния от опор до середины венцов зубчатых колес; L – расстояние между опорами.

Допуск на расположение осей отверстий блоков:

$$T11 := \frac{1}{K11} \sqrt{K\Delta^2 \cdot T\Delta^2 - (K\Delta v T\Delta v)^2 - (K\Delta z T\Delta z)^2 - (K\Delta f T\Delta f)^2}.$$

Характеристика исходного размера:

$$T\Delta := 0.2 \text{ мм} \quad em\Delta := 0;$$

$$K\Delta := 1.0 \quad K11 := 1.2.$$

Сумма характеристик рассеивания векторных величин:

$$(K\Delta v T\Delta v) := \sqrt{0,75^2(\xi 1^2 \cdot T1^2 + \xi 12^2 \cdot T12^2 + \xi 6^2 \cdot T6^2 + \xi 17^2 \cdot T17^2)}.$$

Сумма характеристик рассеивания сопряжений с зазором:

$$(K\Delta z T\Delta z) := \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left[K^2(\xi^2)(Ta1^2 + Tb1^2 + Ta2^2 + Tb2^2) + (\xi z^2) \right] Tz^2 \right]}.$$

Суммарная характеристика сопряжений под действием сил

$$M\Delta f := \left(emf + \alpha f \frac{Tf}{2} \right) (\xi f + y1 + y2).$$

Сумма характеристик рассеивания сопряжений под действием сил:

$$(K\Delta f T\Delta f) := \sqrt{K^2 \cdot Tf^2 (y1^2 + y2^2)}.$$

Суммарная характеристика сопряжений с зазором:

$$M\Delta z := \frac{1}{2} \left[\sum_i \left[(\xi i) \left[\left(em_{ai} + \alpha_{ai} \frac{T_{ai}}{2} \right) - \left(em_{bi} + \alpha_{bi} \frac{T_{bi}}{2} \right) \right] \right] \right];$$

$$\alpha a := -0.1 \quad emb1 := -0.0075;$$

$$\alpha b := 0.1 \quad emb2 := -0.0045.$$

Подставляя полученные данные в расчетную формулу, определим допуск размера Б11:

$$T11 := \frac{1}{K11} \sqrt{K\Delta^2 \cdot T\Delta^2 - (K\Delta v T\Delta v)^2 - (K\Delta z T\Delta z)^2 - (K\Delta f T\Delta f)^2}.$$

Найдем предельные расчетные отклонения размера Б11, имея в виду, что:

$$em11 := -(M\Delta f + M\Delta z);$$

$$es11 := em11 + 0.5 \cdot T11 = 0.077 \text{ мм};$$

$$ei11 := em11 - 0.5 \cdot T11 = -0.087 \text{ мм}.$$

Таким образом, Б11 $\frac{0.077}{-0.087}$ мм.

Приведенная методика позволяет определить точность шпиндельного узла с учетом геометрических и статических погрешностей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОГО РЕЗЦА

О. А. Ермоченко

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Важной составляющей технологического процесса резания металлов является изучение влияния различных углов (передних γ , задних α , углов заострения β и др.) на процесс резания. Особенно это важно при использовании ротационных резцов, где углы изменяются на протяжении всей режущей кромки.

Целью данного исследования является изучение изменения углов резания в инструментальной, статической и кинематической системах координат при обработке ротационным резцом (рис. 1).

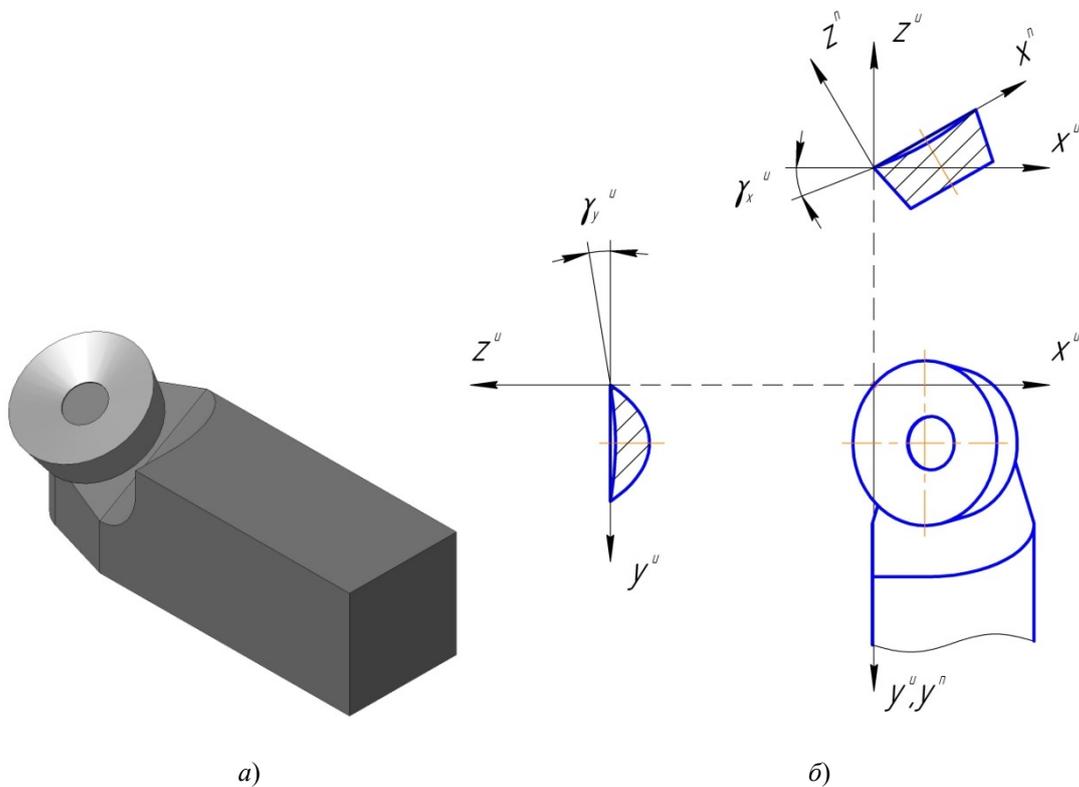


Рис. 1. Общий вид (а) и расчетная схема (б) ротационного резца

Исследование производилось аналитическим методом, с проверкой результатов графическим способом и с использованием систем автоматизированного проектирования.

Изначально была использована система координат пластины и заданы размеры режущей пластины.

Откуда можно получить уравнение для определения составляющей переднего угла γ_x^n , между осью X^n и проекцией его на переднюю поверхность:

$$\operatorname{tg} \gamma_x^n = \frac{\sin \lambda - \operatorname{tg} \gamma_{xn} \cos \lambda}{\cos \lambda - \operatorname{tg} \gamma_{xn} \sin \lambda}. \quad (1)$$

В также составляющей переднего угла γ_y^n :

$$\operatorname{tg}\gamma_y^n = \frac{\sin \lambda - \operatorname{tg}\gamma_{xn} \cos \lambda}{\operatorname{tg}\varphi_n}. \quad (2)$$

Учитывая, что изначально круглая пластина поворачивается на определенный угол, то в инструментальной системе координат она уже будет проецироваться в виде эллипса.

Исходя из этого получили уравнение для нахождения итоговой величины угла γ^n :

$$\operatorname{tg}\gamma^n = \operatorname{tg}\gamma_x^n \cdot \sin \varphi^n + \operatorname{tg}\gamma_y^n \cdot \cos \varphi^n. \quad (3)$$

Далее для перехода в статическую систему координат при осевой подаче производится поворот системы координат вокруг оси x_n . При этом вводится дополнительный угол θ (рис. 2). Тогда передний угол γ_y^c будет определяться по следующей формуле:

$$\gamma_y^c = \gamma_y^n + \theta. \quad (4)$$

В свою очередь, итоговое значение угла γ^c определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\gamma^c = \operatorname{tg}\gamma_x^n \cdot \sin \varphi^c + \operatorname{tg}\gamma_y^c \cdot \cos \varphi^c. \quad (5)$$

Далее производился переход от статической системы координат к кинематической, при котором учитывался угол η , на который отклоняется результирующая скорость резания V_c (вдоль которой направляется ось z^k) от оси z^c . Тогда

$$\gamma_x^k = \gamma_x^c + \eta. \quad (6)$$

Передний угол в кинематической системе координат можно найти по выражению

$$\operatorname{tg}\gamma^k = \operatorname{tg}\gamma_x^k \cdot \sin \varphi^k + \operatorname{tg}\gamma_y^k \cdot \cos \varphi^k. \quad (7)$$

При радиальной подаче поворот в кинематическую систему координат будет происходить вокруг оси x^c , тогда

$$\operatorname{tg}\gamma^c = \operatorname{tg}\gamma_x^n \cdot \cos \varphi^c + \operatorname{tg}\gamma_y^c \cdot \sin \varphi^c; \quad (8)$$

$$\gamma_y^k = \gamma_y^c + \eta; \quad (9)$$

$$\operatorname{tg}\gamma^k = \operatorname{tg}\gamma_x^n \cdot \sin \varphi^k + \operatorname{tg}\gamma_y^k \cdot \cos \varphi^k. \quad (10)$$

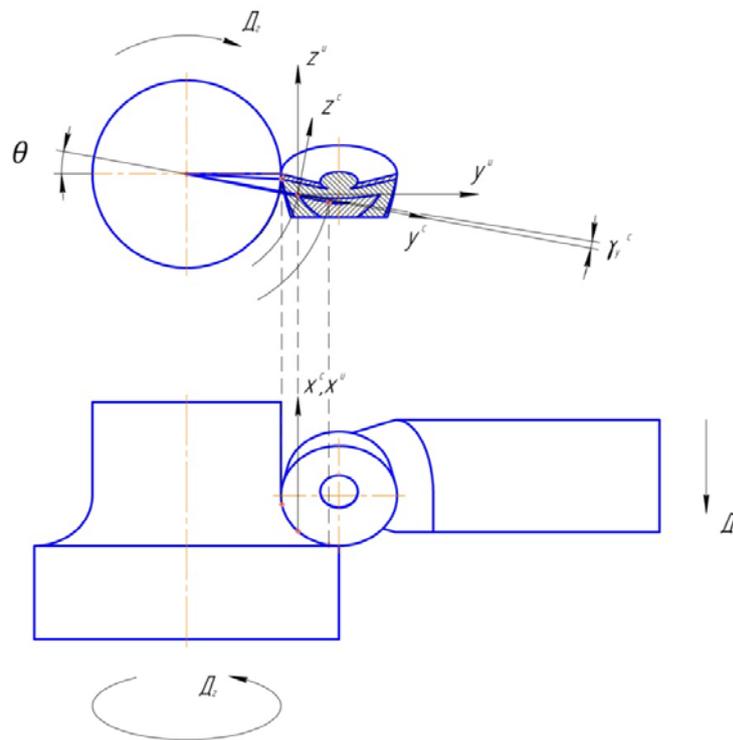


Рис. 2. Переход от инструментальной к статической системе координат

Полученные результаты представлены на графиках (рис. 3).

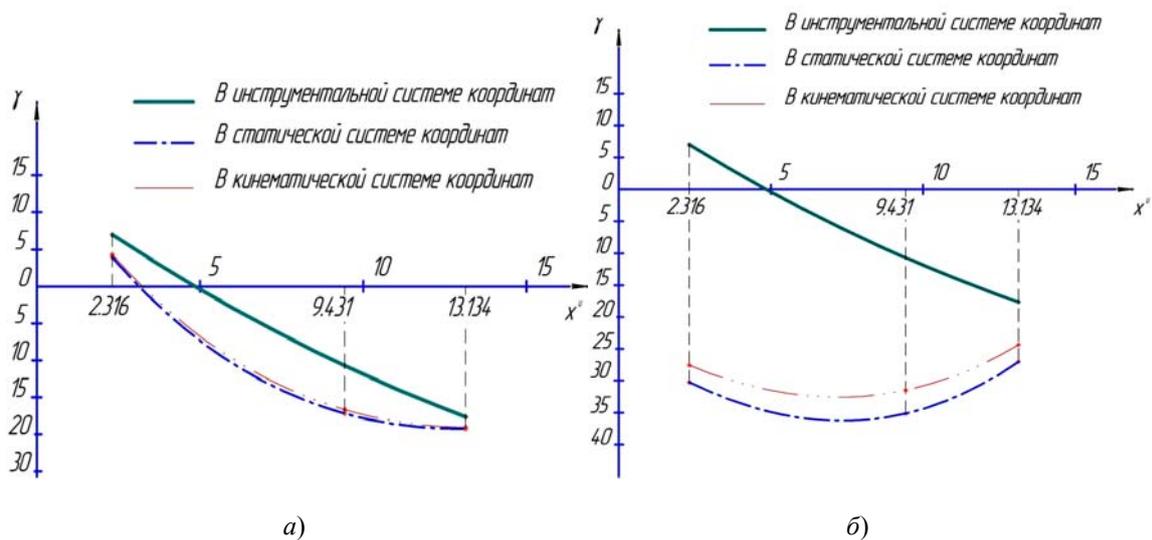


Рис. 3. Сводный график изменения передних углов при осевой (а) и радиальной (б) подачах

Полученные результаты позволяют правильно выбрать значения углы установки поворотных пластин в конструкциях ротационных резцов.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПРИПОЯ С АБРАЗИВОСОДЕРЖАЩИМ НАПОЛНИТЕЛЕМ ПО КРИТЕРИЮ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Д. В. Никитенко

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Пайка твердосплавного инструмента припоями на основе меди обычно обеспечивала необходимую прочность паяного соединения, поэтому долгое время считалось, что технология пайки не требует дальнейшего усовершенствования. Единственной причиной поломок твердосплавных пластин, припаянных к корпусу инструмента, считали недостаточную прочность используемого твердого сплава, однако позже было доказано, что решающую роль в этом играют свойства припоя.

До настоящего времени потери из-за поломок твердосплавных пластин инструмента весьма велики. В среднем 40–50 % металлорежущего инструмента, изготовляемого в соответствии с существующими стандартами, теряется непроизводительно из-за поломок твердого сплава. Из них 10–15 % инструмента идет в брак уже при его изготовлении из-за образования трещин в твердом сплаве и 30–35 % выходит из строя в результате поломок изделий из твердого сплава при эксплуатации.

Паяные соединения твердых сплавов со сталями характеризуются как несогласованные, обусловленные резким различием физико-механических свойств соединяемых материалов режущей части и корпуса. Модуль упругости твердых сплавов в 2,5–3 раза выше, чем у стали. Коэффициент линейного расширения приблизительно в два с половиной раза меньше, чем у стали. Сопротивление твердых сплавов разрушению в большей степени зависит от схемы напряженного состояния. Сопротивление растяжению составляет всего 0,3 сопротивления сжатию и 0,5–0,7 сопротивления изгибу. Роль связующего звена между твердым сплавом и корпусом инструмента играет припой, от свойств которого и зависит напряженное состояние твердого сплава. Кроме того, припой является частью опорной зоны, обладающий меньшим модулем упругости и пределом текучести, чем стальная державка, что становится существенным под действием сил резания.

Разработано большое количество разнообразных припоев для пайки твердосплавного инструмента, но вопрос качества напайного инструмента остается открытым. Некоторые из припоев, например, на основе серебра или биметаллические позволяют выполнять качественную пайку твердосплавных пластин, но довольно дороги. В данной работе исследуются свойства припоя с абразивосодержащим наполнителем разработанным для пайки твердого сплава к стали. Исследован гранулометрический состав наполнителя, проведены испытания паяных соединений на растяжение.

Испытание паяных образцов на растяжение производили по методике, изложенной в ГОСТ 28830–90 «Соединения паяные. Методы испытания на растяжение и длительную прочность». Диаметр образца 15 мм (площадь паяного соединения 171, 74 мм²). Материал изготовления образцов Сталь 40Х. Испытания проводили с помощью программно-технического комплекса ИР 5143-200. Скорость нагружения паяного образца при испытаниях 1 мм/мин.

Образцы нагружались до полного разрушения паяного соединения. Программно-технический комплекс позволяет выводить графики изменения удлинения образца от силы и протоколы испытания на компьютер для дальнейшей обработки.

Пайку образцов для испытания выполняли на установке ТВЧ с частотой 22 кГц. Образцы паялись при вертикальном расположении стыка. Температура нагрева под пайку составляла 920–960 °С. В качестве флюса использовалась смесь флюса марки Ф100 и обезвоженной буры смешанных в соотношении 1:1. Флюс Ф100 состоит из борфторида калия (KBF_4) 46,5 %, тетраборида натрия (Na_2BO_7) 36,5 %, вольфрамового ангидрида (WO_3) 13,5 % и окиси кобальта (Co_2O_3) 3,5 %. Температура плавления флюса 500 °С, интервал активности 900–1100 °С.

В качестве основы (матрицы) припоя использовали двойную латунь марки Л63 в виде порошка из стружек, полученных фрезерованием. В основу припоя добавляли абразивосодержащий наполнитель из материалов различных марок и различной зернистости.

Количество наполнителя варьировало на трех уровнях 5, 10 и 20 % от массы основы припоя. В качестве наполнителя использовали абразивные материалы из электрокорунда белого марок 25А, 23А, 15А с зернистостью 16, 25 и 40 (160, 250 и 400 мкм). Наполнитель перед добавлением в припой обжигали в печи при температуре 600 °С для удаления загрязнений. Для каждого состава припоя изготовили по три образца. Таким образом было испытано 36 образцов с абразивосодержащим наполнителем. Еще три образца изготовили из базового припоя без наполнителя для сравнения механических свойств припоев. Прочность паяного соединения на растяжение определяли путем делением усилия разрушения на площадь поверхности паяного шва. Средняя прочность паяного соединения при пайке припоем без наполнителя по результатам трех испытаний составляет 153,9 МПа. По результатам испытаний прочности паяных соединений на растяжение построена гистограмма (рис. 1).

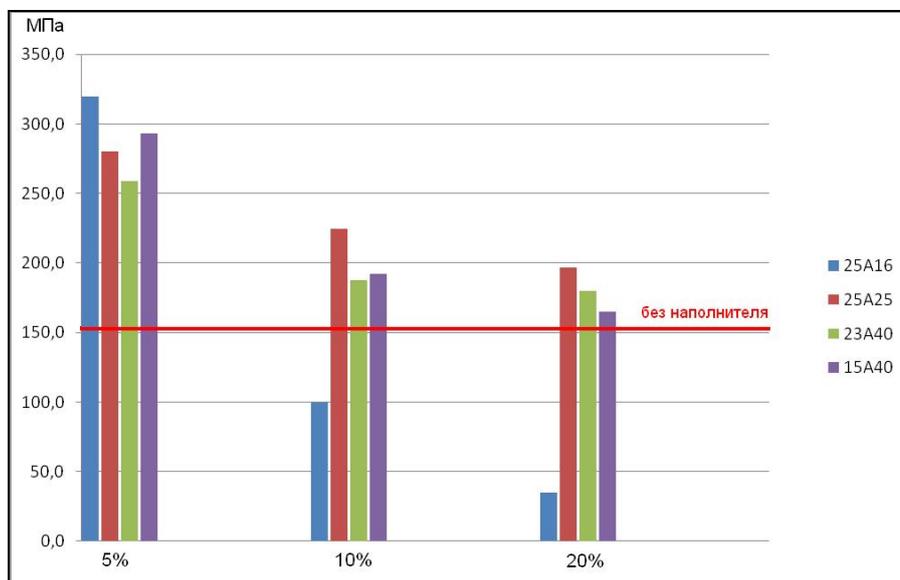


Рис. 1. Гистограмма результатов испытания паяных соединений на растяжение

Анализируя гистограмму (рис. 1) совместно с фотографиями изломов паяных соединений (рис. 2), можно сделать вывод, что добавка абразивосодержащего наполнителя повышает прочность паяного соединения.

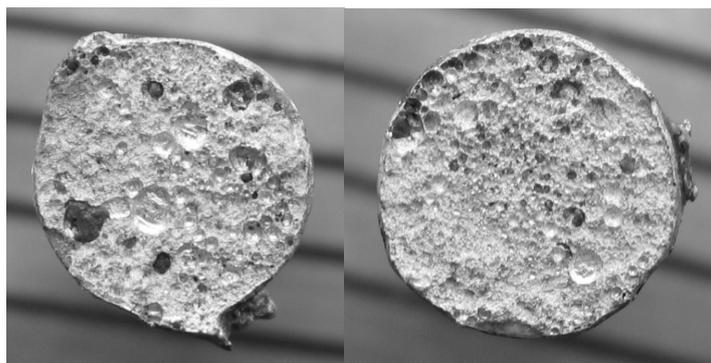


Рис. 2. Излом паяных образцов после испытания на растяжение

Увеличение содержания наполнителя свыше 5 % разветвляет и увеличивает систему капилляров, не успевающую смачиваться легкоплавкой частью припоя, что приводит к ухудшению паяльных свойств композиционного припоя. Однако снижение прочности при испытании на растяжение происходит нелинейно и даже при содержании наполнителя в 20 % прочность припоя с наполнителем выше, чем прочность припоя без наполнителя.

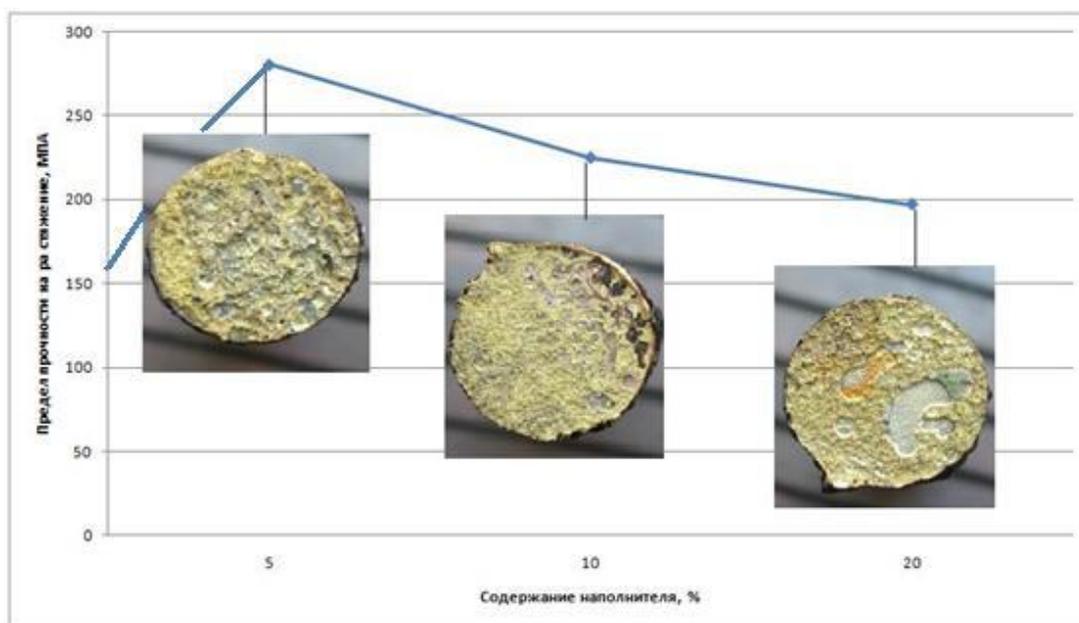


Рис. 3. График зависимости предела прочности при испытании на растяжение от содержания наполнителя марки 25A25

На рис. 3 показан график зависимости предела прочности на растяжение (наполнитель 25A25). К каждой точке графика сопоставлен наиболее характерный излом паяных образцов. Анализируя указанный график, можно сделать вывод о том, что добавка наполнителя увеличивает прочность припоя наиболее значительно при его содержании не более 5 %. С увеличением содержания наполнителя прочность припоя падает нелинейно и при содержании наполнителя в 10 и 20 % различия в прочности не так велики как при 5 и 10 %, несмотря на то, что площадь паяного шва, занимаемая латуной, значительно меньше. Это позволяет заключить, что при добавке наполните-

ля образуется новое химическое соединение. Кроме того, наполнитель влияет на кристаллизацию паяного шва, зерна наполнителя являются центрами кристаллизации. Добавка в припой абразивосодержащего наполнителя повышает прочность припоя на растяжение до двух раз. Раздельный выбор свойств наполнителя и связки открывает широкие возможности для управления всеми свойствами паяного соединения и в первую очередь его прочностью и пластичностью.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО КРИТЕРИЮ РИСКА

И. А. Куликов, А. В. Игнатович, А. С. Ковалев

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Технологическая система состояла из накопителя инструментальных блоков, транспортной системы, позволяющей перемещать инструментальные блоки из накопителя в рабочую зону и обратно, инструментальных блоков и режущих частей инструмента.

Каждая составляющая обладала определенной надежностью и риском.

Целью оптимизации является:

- получение оптимальной технологической системы с риском отказа системы ниже допустимого;
- практическая реализация полученной структурной схемы технологической системы, при проведении оптимизации.

Этапы оптимизации:

1. Формирование структурной схемы на основе анализа влияния каждого элемента на вероятность безотказности системы. Принимаем, что система не ремонтируема и не резервируема. Отказ каждого элемента приведет к неработоспособному состоянию всей системы, а значит, что все элементы технологической системы расположены последовательно в структурной схеме. Структурная схема системы представлена на рис. 1.

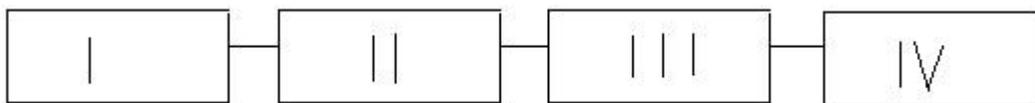


Рис. 1. Структурная схема технологической системы

2. Зная риск r_i , наработку на отказ T_i всех элементов системы и время работы системы t , находим по формуле (1) интенсивность отказа, а по формуле (2) риск отказа системы и сравниваем его с допустимым:

$$\lambda = \frac{1}{T}; \quad (1)$$

$$R(t) = \sum_{i=1}^n r_i \lambda_i \frac{(1 - e^{-\lambda t})}{\lambda}. \quad (2)$$

3. Если расчетное значение риска больше допускаемого, то для снижения риска используем резервирование. Оно может быть постоянным или с замещением. Для этого находим элемент, у которого риск отказа наибольший и в схеме присоединяем еще один резервный элемент, например, инструментальный блок (рис. 2). Далее находим вероятность безотказности P и вероятность отказа Q всех элементов и рассчитываем риск отказа системы по формуле (3). При расчете принимаем во внимание, что последующее состояние системы не зависит от предыдущего, т. е. вероятность безотказности подчиняется экспоненциальному закону:

$$P1(t) = e^{-\lambda_1 \cdot t} \quad P2(t) = e^{-\lambda_2 \cdot t} \quad P3(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_3 \cdot t}) \quad P4(t) = e^{-\lambda_4 \cdot t};$$

$$R(t) = r1 \int_0^t \frac{d}{dt} Q1(t) P2(t) P3(t) P4(t) dt + r2 \int_0^t P1(t) \frac{d}{dt} Q2(t) P3(t) P4(t) dt +$$

$$+ r3 \int_0^t P1(t) P2(t) \frac{d}{dt} Q3(t) P4(t) dt + r4 \int_0^t P1(t) P2(t) P3(t) \frac{d}{dt} Q4(t) dt. \quad (3)$$

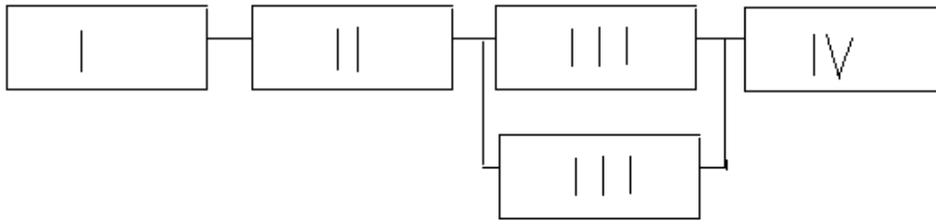


Рис. 2. Структурная схема технологической системы с одним резервным элементом при постоянно включенном резерве

В случае резерва замещением формулы расчета риска и вероятности безотказности примут вид:

$$R = \sum_{i=1}^m \int_0^t r_i Q_i P_i dt;$$

$$P_c = (1 + \lambda t) e^{-\lambda t}.$$

4. Сравниваем риск новой системы с допускаемым значением, если риск не превышает допускаемый, то система оптимизирована. Если превышает допускаемый, то резервируем снова этот же элемент до тех пор, пока риск системы не станет ниже допускаемого, либо пока риск системы значительно снижается. Если риск системы начинает снижаться незначительно, то переходим к резервированию следующего элемента, у которого риск отказа тоже велик.

5. Достигнув необходимого значения риска, переходим к практической реализации полученной структурной схемы.

При практической реализации необходимо уточнить полученную структуру. При уточнении изображается либо структурная схема механизма, габаритный чертеж, либо габаритная планировка в двух проекциях. В качестве примера технологической системы может служить система инструментообеспечения токарного станка. Элементами этой системы являются: рабочая часть инструмента, режущий инстру-

ментальный блок, накопитель инструментов, транспортное устройство. В ходе проведения оптимизации данной системы необходимо по проведенным расчетам ввести резервные элементы, у которых риск отказа наибольший, и расположить их в рабочем пространстве станка либо рядом со станком в зависимости от вида резервирования (нагруженное и ненагруженное).

В процессе эксплуатации технологической системы вероятность безотказности будет снижаться. Это представлено на графике зависимости вероятности безотказности от времени работы системы (рис. 3). Полученные данные позволяют определить время наработки системы при требуемой вероятности безотказности либо найти вероятность безотказности системы, по которой можно определить вероятность безотказности элементов системы.

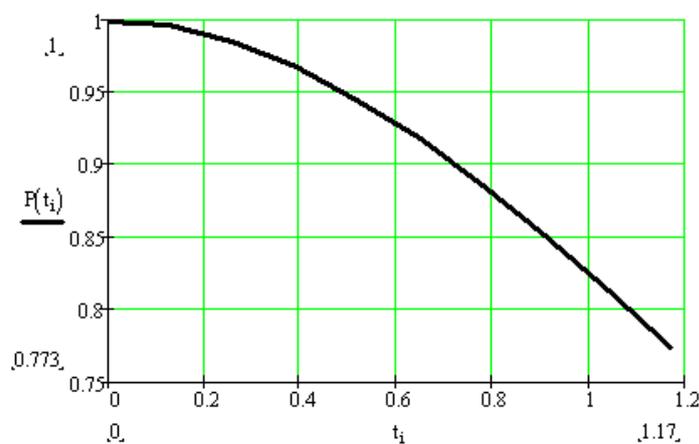


Рис. 3. График зависимости вероятности безотказности от времени работы.

В завершение можно отметить, что оптимизация позволяет повысить надежность технологических систем и снизить затраты, связанные с межремонтными простоями оборудования.

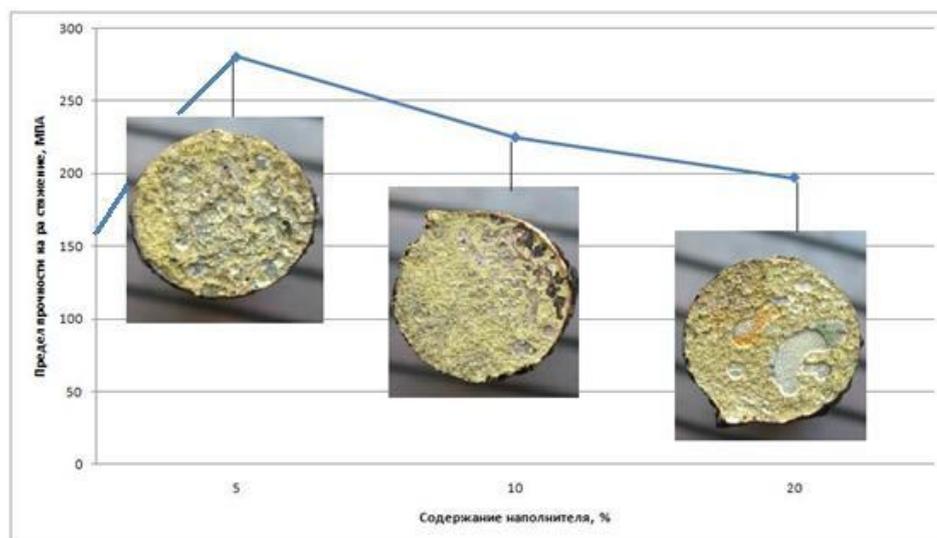


Рис. 4. График зависимости предела прочности при испытании на растяжение от содержания наполнителя марки 25A25

ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Д. Г. Ворочкин

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

Научный руководитель С. Ф. Андреев

Большинством производственных машин технологический процесс выполняется при установившемся движении и может быть описан периодическими функциями положения, скорости и ускорения рабочего звена исполнительного механизма. Периодическое установившееся движение свойственно цикловым технологическим машинам с переменными силами сопротивления, с переменными передаточными отношениями. Составной частью этого класса машин являются механизмы с низшими кинематическими парами – компрессоры, насосы, механические прессы и т. д.

Вследствие периодически изменяющегося приведенного момента инерции и внешних сил в течение одного цикла неизбежны колебания скорости ведущего звена около ее среднего значения. Эти колебания вызывают нарушение технологического процесса, вибрацию и повышенный износ звеньев.

Заданный режим движения рабочего звена возможен при установлении точного соответствия закономерностей движущих сил и сил сопротивления, геометрических и динамических параметров. В силу конструктивных особенностей технологической машины такое соответствие установить практически невозможно, поэтому реальные скорости, ускорения и силы могут значительно отличаться от их заданных значений. Это обуславливает необходимость исследования закономерностей, по которым изменяются силы и моменты полезного сопротивления, преодолеваемые машинами.

В данной работе исследуется динамическое поведение многозвенного плоского шарнирного механизма. Совместно решается нелинейная система, в которую входят: нелинейное дифференциальное уравнение движения механизма, система нелинейных уравнений геометрических и кинематических связей. Исследуются факторы, влияющие на неравномерность вращения ведущего звена. Все вычисления и построения графиков осуществляются в математическом пакете Mathcad.

В качестве примера выполним численную оптимизацию динамических параметров механизма нефтяного насоса, на кинематической схеме которого показаны исследуемые функции положения звеньев [1]. Плоский шарнирный механизм (рис. 1), расположенный в вертикальной плоскости, движется под действием внешнего момента $M_{дв}$, приложенного к ведущему звену (кривошипу OA). На поршень насоса E действует полезная нагрузка $F_{пс}$. Вид функции $F_{пс}(\alpha)$ определяем по индикаторной диаграмме насоса: на холостом ходу – давление всасывания, на рабочем ходу – нагнетающее давление [2].

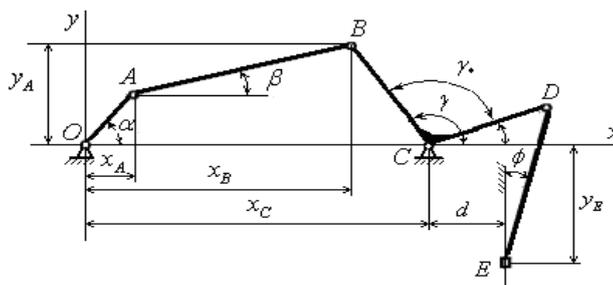


Рис. 1. Кинематическая схема механизма поршневого насоса

Фрагмент программы для расчета функции $F_{ПС}(\alpha)$ и ее график показан на рис. 2.

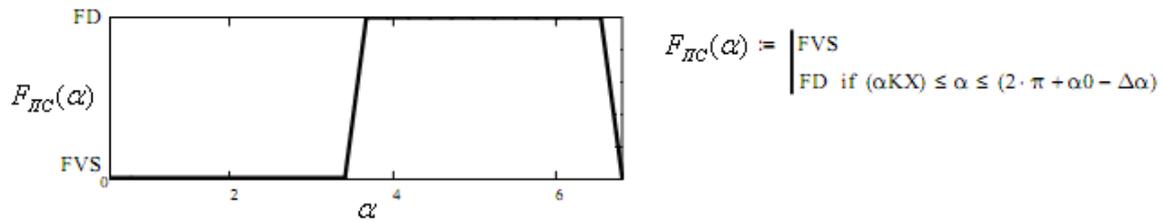


Рис. 2. Фрагмент программы – расчет функции $F_{ПС}(\alpha)$

Рассматриваемый механизм представляет собой механическую систему с одной степенью свободы. Функции положения звеньев определяются как функции обобщенной координаты. Приведем элементы алгоритма расчета функций положения звеньев, а также аналогов их скоростей:

$$x_A(\alpha) = OA \cdot \cos(\alpha), \quad y_A(\alpha) = OA \cdot \sin(\alpha);$$

$$x_B(\alpha) = x_A(\alpha) + AB \cdot \cos(\beta(\alpha)), \quad y_B(\alpha) = y_A(\alpha) + AB \cdot \sin(\beta(\alpha)).$$

$$x_B(\alpha) = x_C + BC \cdot \cos(\gamma(\alpha)), \quad y_B(\alpha) = y_C + BC \cdot \sin(\gamma(\alpha));$$

$$f_x(\alpha) = x_A(\alpha) - x_C, \quad f_y(\alpha) = y_A(\alpha) - y_C.$$

В результате преобразований получаем нелинейное уравнение

$$f_y(\alpha) \sin(\beta(\alpha)) + f_x(\alpha) \cos(\beta(\alpha)) = \frac{BC^2 - AB^2 - (f_x^2(\alpha) + f_y^2(\alpha))}{2AB}, \quad (1)$$

решая которое, находим функцию $\beta(\alpha)$ – функцию положения звена AB .

Исследуемый механизм – многозвенная система, в которой фиксированному положению ведущего звена при определенных условиях соответствует два или несколько положений других звеньев. Эта особенность называется ветвлением функций положения, она обусловлена многозначностью решения уравнения (1).

Для нахождения однозначного решения обозначим $Z(\alpha) = \cos(\beta(\alpha))$, в результате получим:

$$f_x(\alpha)Z(\alpha) + f_y(\alpha)\sqrt{1-Z^2(\alpha)} = \frac{(BC^2 - AB^2 - (f_x^2(\alpha) + f_y^2(\alpha)))}{2AB}. \quad (2)$$

В нашем примере функция $\sin(\beta(\alpha)) = \pm\sqrt{1-Z^2(\alpha)}$ является двузначной функцией переменной. Учитывая пределы изменения угла $\beta(\alpha)$, в нашем примере будем считать значение функции $\sqrt{1-Z^2(\alpha)} \geq 0$.

Для решения уравнения (2) применяем оператор **Given**, находим функцию $Z(\alpha)$, и находим функции положения:

$$\beta(\alpha) = \arccos Z(\alpha);$$

$$\gamma(\alpha) = \arccos\left(\frac{f_x(\alpha) + AB \cdot \cos(\beta(\alpha))}{BC}\right); \quad \phi(\alpha) = \arcsin\left(\frac{CD \cdot \cos(\gamma(\alpha) - \gamma_*) - d}{DE}\right);$$

$$x_{C_2}(\alpha) = x_A(\alpha) + \frac{AB}{2} \cdot \cos(\beta(\alpha)); \quad y_{C_2}(\alpha) = y_A(\alpha) + \frac{AB}{2} \cdot \sin(\beta(\alpha));$$

$$x_D(\alpha) = x_C + CD \cdot \cos(\gamma(\alpha) - \gamma_*); \quad y_D(\alpha) = y_C + CD \cdot \sin(\gamma(\alpha) - \gamma_*);$$

$$x_{C_4}(\alpha) = x_D(\alpha) + \frac{DE}{2} \cos(\phi(\alpha)); \quad y_{C_4}(\alpha) = y_D(\alpha) - \frac{DE}{2} \sin(\phi(\alpha));$$

$$y_E(\alpha) = y_D(\alpha) - DE \cdot \sin(\phi(\alpha)).$$

Вычисляя производные по параметру α , находим аналоги скоростей.

На рис. 3 представлены графические результаты расчетов.

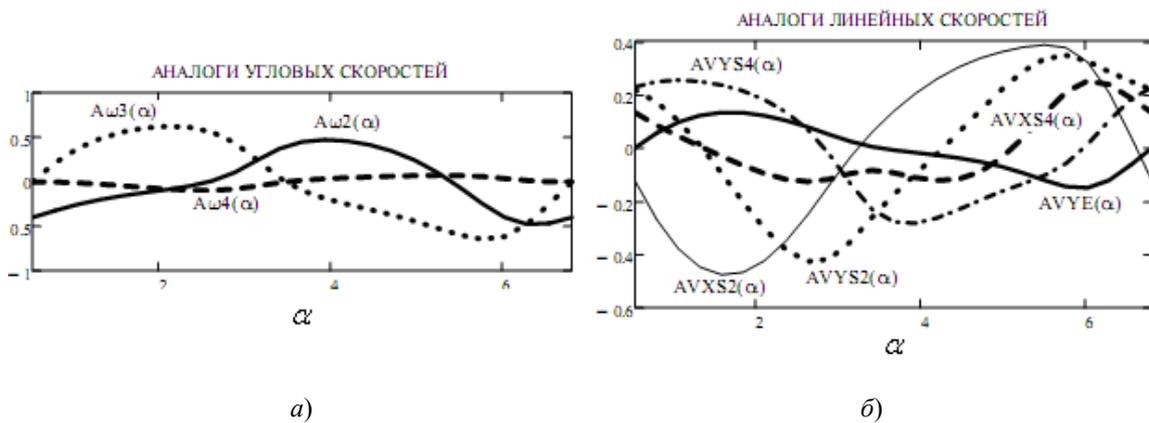


Рис. 3. Графики аналогов скоростей звеньев и их центров масс

Оптимизацию динамических параметров будем осуществлять по графику функции $\omega_{OA}(\alpha)$, колебания значений которой зависит от размеров звеньев и их масс. Задачу об определении функции угловой скорости $\omega_{OA}(\alpha)$ для $\alpha_0 \leq \alpha \leq (\alpha_0 + 2\pi)$ решаем с помощью дифференциального уравнения

$$\frac{d\omega_{OA}(\alpha)}{d\alpha} = \frac{(M_{дв}(\alpha, \omega_{OA}) - M_{пр}(\alpha))}{J_{пр}(\alpha)\omega_{OA}} - \frac{\omega_{OA}(\alpha)}{2J_{пр}(\alpha)} \frac{dJ_{пр}(\alpha)}{d\alpha}. \quad (3)$$

Здесь α_0 – начальное положение кривошипа, соответствующее одному из двух неподвижных положений коромысла CB ; $J_{пр}(\alpha)$ – приведенный момент инерции, $M_{пр}(\alpha)$ – приведенный момент сил сопротивления.

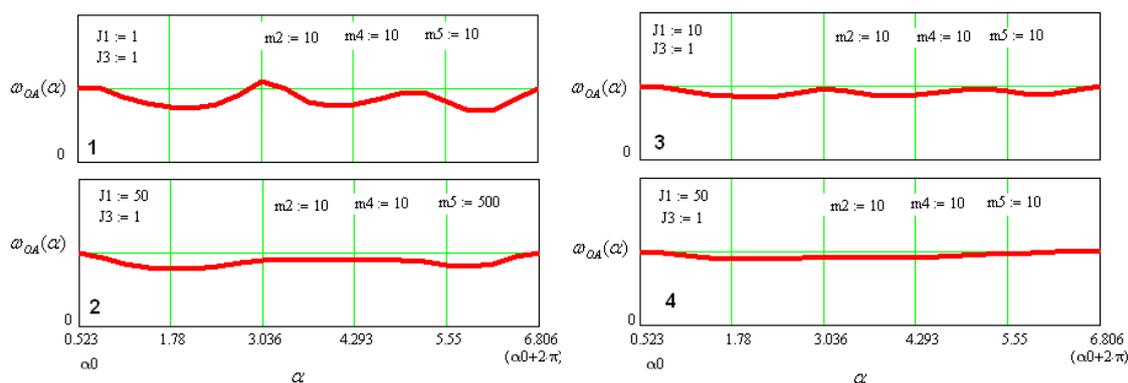


Рис. 4. Зависимость функции $\omega_{OA}(\alpha)$ от изменения динамических параметров

Дифференциальное уравнение (3) решаем методом Рунге-Кутты, применяя функцию **rkfixed** с фиксированным шагом. На рис. 4 приведены графики функции $\omega_{OA}(\alpha)$ для различных вариантов безразмерных динамических параметров насоса, которые демонстрируют процесс оптимального уравнивания механизма.

Литература

1. Попов, С. А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / С. А. Попов, Г. А. Тимофеев. – М. : Высш. шк., 2002.
2. Насосы : справ. пособие / под ред. В. Плетнера ; пер. с нем. К. Бадеке [и др.] ; пер. В. В. Малушенко, М. К. Бобок. – М. : Машиностроение, 1979. – 502 с.

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ВЕНТИЛЯТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

Д. В. Исаенко

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

Научный руководитель В. Ф. Хиженок

Отрывные течения привлекают внимание исследователей уже длительное время, так как учитывать явление отрыва потока от твердых стенок приходится практически во всех отраслях техники, использующих потоки жидкости, газа или плазмы. Сложность и многообразие отрывных течений не позволяют получить достаточно общие и удовлетворительные аналитические решения, поэтому наиболее важные практические задачи обычно решались экспериментальным путем. Однако существует возможность решать эти задачи с помощью компьютерных технологий и программ.

Для этого можно использовать объединенный программный продукт SolidWorks/FloWorks. Он представляет собой комбинацию полной версии графической среды и гидрогазодинамического решателя. Модель исследуемого тела создается в САД-программе SolidWorks. В САЕ-программе FloWorks определяются свойства среды, граничные условия, точность решения, геометрические размеры расчетной зоны и осуществляется численное решение задачи. В общем случае это дает возможность решать задачи механики жидкостей и газов: стационарные и нестационарные течения, потоки газов и т. д.

Программа автоматически анализирует геометрию тела и формирует расчетную сетку в специально выделяемой в потоке области – домене – в виде параллелепипеда, внутри которого содержится исследуемое тело. Для численного решения задач используется метод конечных объемов и нестационарные уравнения Навье–Стокса. Стационарные решения рассматриваются как предельный случай нестационарных, т. е. получаются в результате установления при многократном повторении процесса решения задачи во времени.

$$\frac{\vec{U}^* - \vec{U}^n}{\Delta t} + A_h(\vec{U}^n, p^n)\vec{U}^* = S^n; \quad (1)$$

$$L_h \delta p = \frac{\text{div}_h(p\vec{u}^*)}{\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} \frac{p^* - p^n}{\Delta t}; \quad (p^* = p(T^*, y^*)); \quad (2)$$

$$pu^{n+1} = p\vec{u}^* - \Delta t \cdot \text{grad}_h \delta p; \quad (3)$$

$$p^{n+1} = p^n + \delta p; \quad (4)$$

$$pT^{n+1} = pT^*; \quad (5)$$

$$pk^{n+1} = pk^*; \quad (6)$$

$$p\varepsilon^{n+1} = p\varepsilon^*; \quad (7)$$

$$p\vec{y}^{n+1} = p\vec{y}^*; \quad (8)$$

$$p^{n+1} = p(T^{n+1}, \vec{y}^{n+1}). \quad (9)$$

Здесь индекс * присвоен промежуточным значениям параметров. Все указанные параметры являются дискретными функциями, которые определяются в центрах расчетных ячеек с помощью приведенной системы уравнений.

На первом шаге алгоритма решается первое уравнение системы, которое является уравнением конвективного переноса. В результате получают промежуточные значения величин количества движения и окончательные значения турбулентных параметров компонентов. Затем определяется невязка давлений δp с помощью второго уравнения системы. Расчет окончательных значений параметров течения производится с помощью последних четырех уравнений системы.

С помощью вышеизложенной методики был произведен анализ воздушных потоков, возникающих в вентиляторе радиатора системы охлаждения двигателя, который имеет следующий вид (рис. 1) и представляет собой совокупность лопастей, закрепленных на общем основании.

3D-модель была создана с помощью программного продукта SolidWorks. Были заданы следующие граничные условия: противодавление на выходе – 101,3 кПа, поток, создаваемый вентилятором, – 5 м³/с, частота вращения лопастей вентилятора – 150 рад/с.

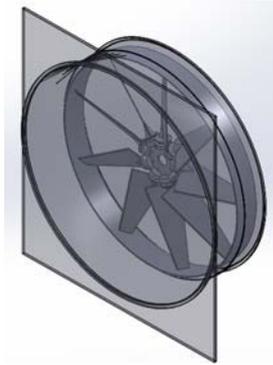


Рис. 1. 3D-модель вентилятора

В результате расчета получены векторные диаграммы распределения скоростей и давлений воздушных потоков (рис. 2–5), проходящих через вентилятор, по которым можно судить об их величине, а также о равномерности или неравномерности их распределения по всей полости выходного пространства. Также есть возможность вычислять скорости и давления в потоке в любой плоскости как продольной, так и поперечной.

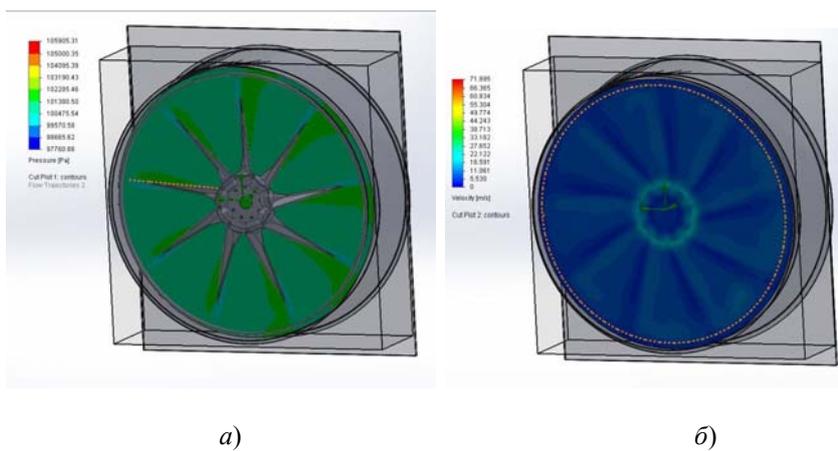


Рис. 2. Диаграмма распределения давлений (а) и скоростей (б) на входе

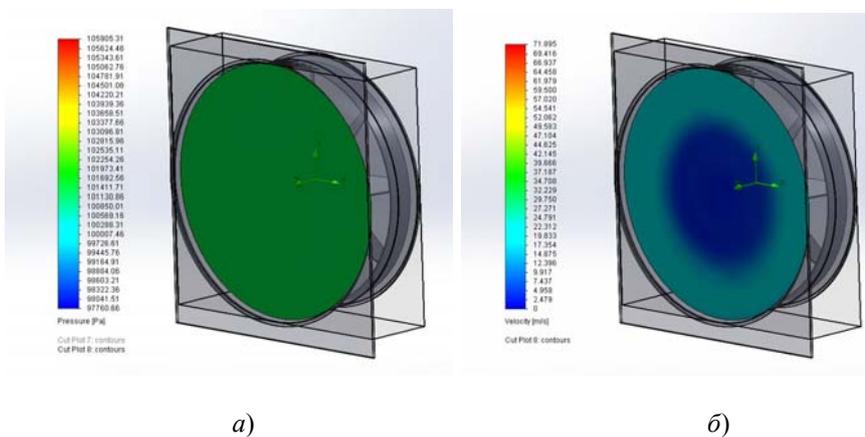


Рис. 3. Диаграмма распределения давлений (а) и скоростей (б) на выходе

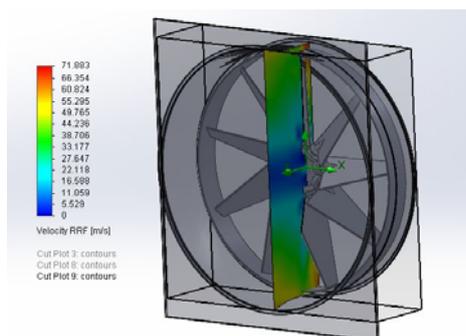


Рис. 4. Распределение скоростей в продольной плоскости

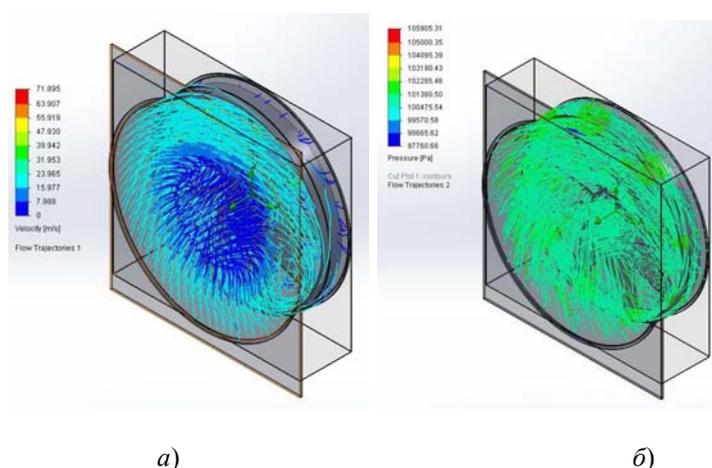


Рис. 5. Траектории распределения скоростей (а) и давлений (б) на выходе

По результатам проделанной работы можно сделать вывод о том, что конструкция вентилятора требует доработки, в связи с тем, что распределение скоростей от центра к периферии неравномерно, а в центре вентилятора эти скорости вообще близки к нулю, о чем свидетельствует распределение скоростей в продольной плоскости (рис. 4).

Л и т е р а т у р а

1. SOLIDWORKS (Release 2010). Users Guide, 2010.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛУЩИЛЬНИКА ЛДТ-3,5

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 луцильника 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 рабочие органы луцильника ($R_x = 370$ Н, $R_y = 418$ Н, $R_z = 214,6$ Н), и масса луцильника ($m = 1200$ кг), задаваемая в виде распределенной нагрузки.

Материалы деталей:

- 1) диск – Сталь 65Г: модуль упругости – 215 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,29;
- 2) стойка – Сталь 45: модуль упругости – 210 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- 3) корпус – Сталь 20: модуль упругости – 213 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,31;
- 4) ось – Сталь 45: модуль упругости – 210 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- 5) рама – Сталь 10: модуль упругости – 206 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,31;
- 6) щека – Сталь 3: модуль упругости – 200 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- 7) ось крепления – Сталь 45: модуль упругости – 210 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- 8) крышка – Сталь 3: модуль упругости – 200 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- 9) верхняя балка и опоры – Сталь 10: модуль упругости – 206 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,31.

Твердотельная модель луцильника и конечно-элементная сетка представлены на рис. 1.

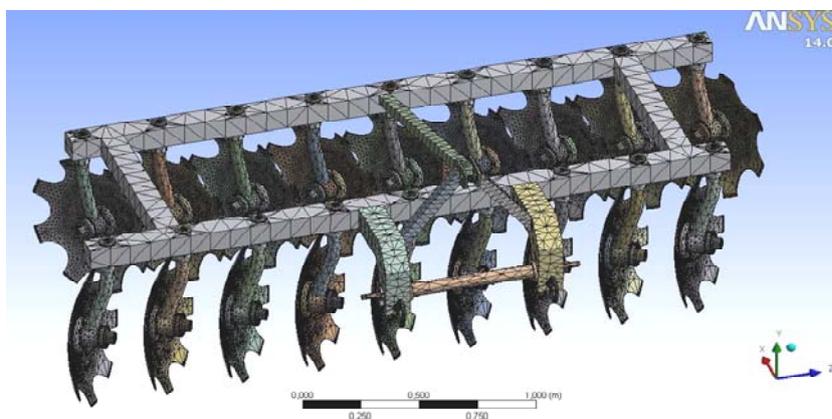


Рис. 1. Твердотельная модель луцильника разбитая на конечные элементы

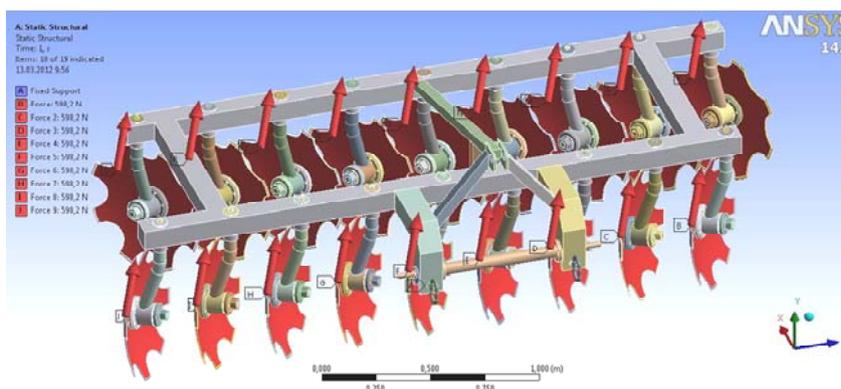


Рис. 2. Схема нагружения и закрепления луцильника ЛТД-3,5

В результате проведенных расчетов (рис. 3) установлено, что максимальное расчетное напряжение составило 238 МПа. Оценка нагруженности производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3-я теория прочности).

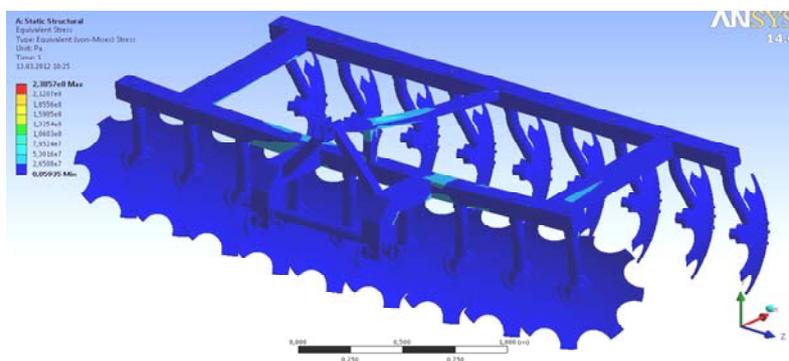


Рис. 3. Распределение механических напряжений по критерию Мизеса на конструкции луцильника

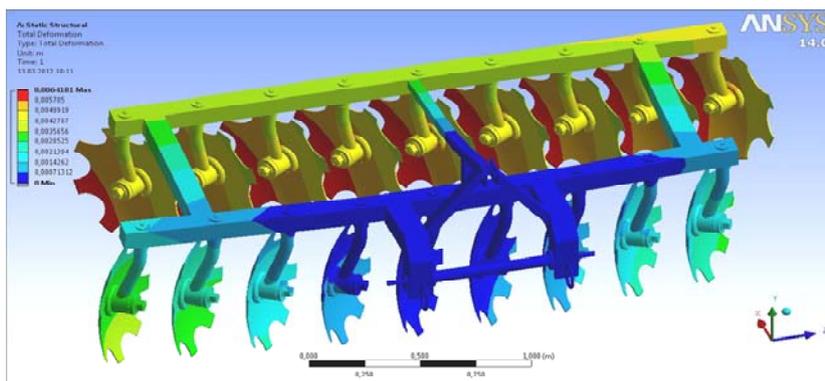


Рис. 4. Эпюра перемещений

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанная конечно-элементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние конструкции лушильника.
2. Наибольшие деформации рамной конструкции наблюдаются в поперечных балках (максимальное значение равняется 0,003 м) и в верхней продольной балке (максимальное значение 0,002 м), находится в пределах допустимого отклонения.
3. Полученные результаты расчета показали необходимость увеличения толщины стенок верхней, продольной балки лушильника.

Л и т е р а т у р ы

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 : справочник : 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.

ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОМБАЙНОСТРОЕНИИ

И. А. Баран

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Введение. На современном этапе развития машиностроительного комплекса при разработке высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции возникает необходимость использования перспективных компьютерных технологий. Данные технологии являются составляющей так называемых САЕ-технологий, которые позволяют обеспечить поддержку жизненного цикла продукции.

В РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» широко используются современные компьютерные технологии, в том числе исследование аэродинамических процессов в технологических органах проектируемых сельскохозяйственных машин. Эти исследования включают анализ термодинамики и аэродинамики в подкапотном пространстве самоходных сельскохозяйственных ма-

шин, моделирование и оптимизация воздушных потоков и процесса разделения мелкого зернового вороха на фракции в системе очистки зерноуборочного комбайна, моделирование процесса транспортировки технологической массы в технологическом тракте кормоуборочного комбайна и др.



Рис. 1. Зерноуборочный комбайн КЗС-1624

Объектом исследований является система очистки перспективного зерноуборочного комбайна КЗС-1624 (рис. 1). Для проведения аэродинамического анализа с помощью CFD-системы необходимы твердотельные электронные модели проточных областей системы очистки исследуемого изделия. Настоящая статья посвящена рассмотрению подходов к построению таких моделей.

Описание конструкции системы очистки перспективного зерноуборочного комбайна. В зерноуборочных комбайнах классической компоновки для создания воздушного потока в системе очистки в основном применяются центробежные вентиляторы. В комбайне КЗС-1624 нашел применение осевой вентилятор, в котором забор воздуха осуществляется с боковых сторон комбайна, воздух нагнетается в кожух вентилятора, после чего поворачивается на 90 градусов при помощи дефлекторов и направляется в рабочую зону системы очистки.

Цель компьютерного моделирования аэродинамических процессов в системе очистки перспективного зерноуборочного комбайна. Основной целью моделирования является оптимизация геометрических параметров корпуса вентилятора и элементов системы очистки для получения равномерного распределения воздушного потока по ширине решет очистки, а также исследование эффективности воздействия воздушного потока на многофракционную массу мелкого зернового вороха. Взаимодействие воздушного потока с частицами массы, имеющими различные размеры и скорость витания, до сих пор не было подробно исследовано математически, что связано в первую очередь со сложностью моделирования процесса очистки, вызванной большой нестабильностью параметров среды и условий, в которых работает система очистки, а также неоднородностью зернового вороха, широким диапазоном значений физико-механических параметров его компонентов.

Создание 3D-модели проточных частей для CFD анализа. Для данной модели выбираем наиболее очевидный и простой способ: создание расчетной 3D-модели по внутренним поверхностям конструкторской модели или с использованием гео-

метрии, с помощью которой вырезалась внутренняя полость при создании конструкторской модели. Такой подход позволяет оперативно создать расчетную 3D-модель, сохраняя при этом ассоциативную связь с исходной конструкторской моделью, что позволяет создавать в короткие сроки новые модели на основе ранее разработанной конструкции, используя инструмент параметризации CAD-системы. Вторым способом создания расчетной модели – это создание новой упрощенной 3D-модели с использованием топологии конструкторской модели. Такой подход позволяет создать упрощенную параметрическую 3D-модель, отвечающую требованиям CFD анализа. Однако при таком подходе нарушается принцип ассоциативности.

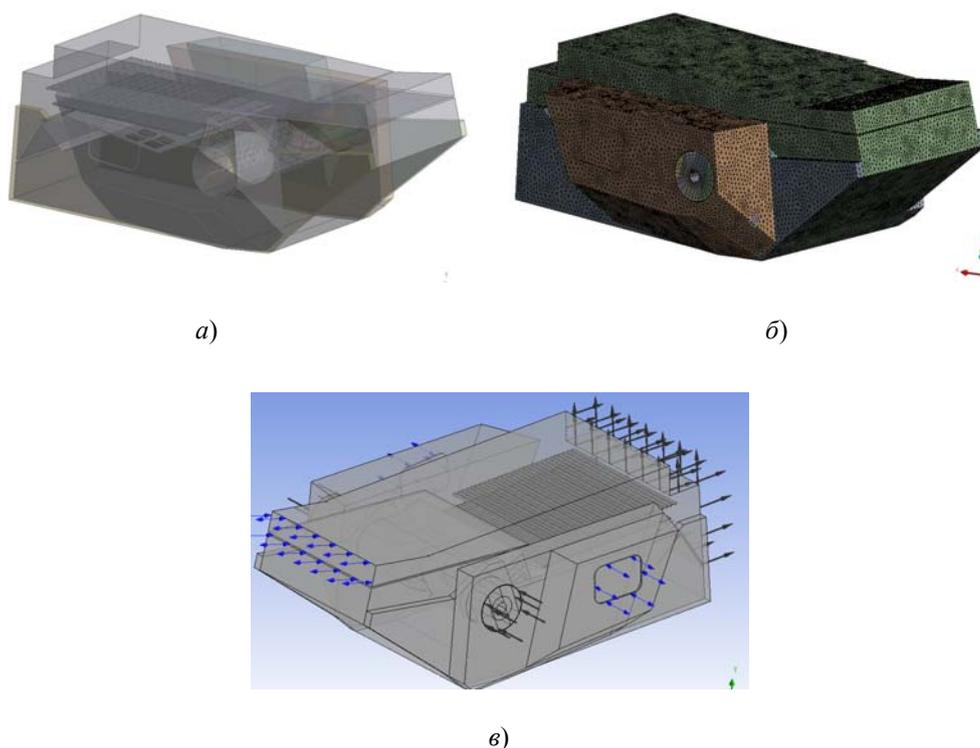


Рис. 2. Этапы создания модели для анализа воздушного потока КЗС-1624:
а – подготовка геометрической модели; *б* – подготовка конечно-элементной сетки;
в – задание граничных условий

Расчет динамических характеристик воздушного потока в проточной части бункера и системы очистки перспективного зерноуборочного комбайна. Для корректного проведения вычислительного эксперимента по расчету динамических характеристик воздушных течений в проточной части системы очистки зерноуборочного комбайна на основе пакета ANSYS CFX необходимо, с одной стороны, правильно понять логику построения, а с другой – в полной мере воспользоваться данными натурных испытаний. В качестве исходных данных для проведения численного моделирования в проточной части бункера была принята скорость, которая задавалась на границе входа.

На рис. 3 представлены вектора, поля скоростей и линии тока оптимизированной конструкции.

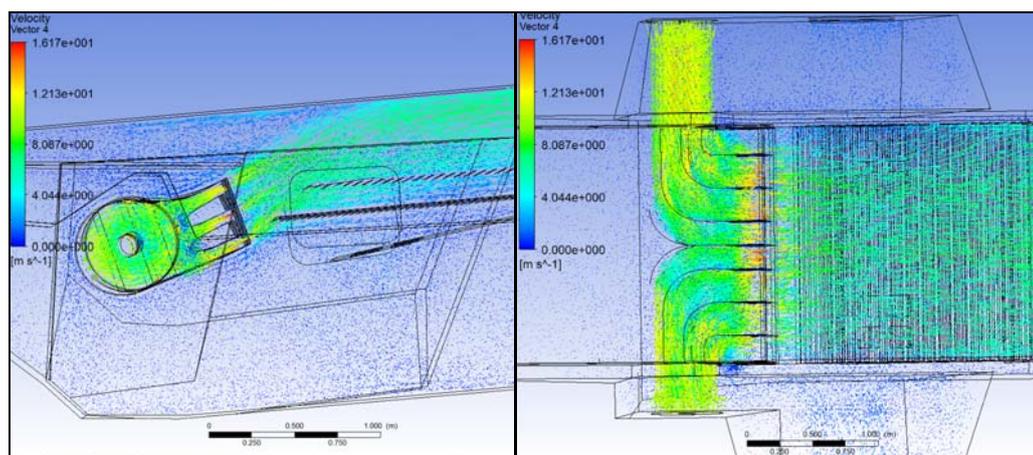


Рис. 3. Вектора, поля скоростей в системе очистки зерноуборочного комбайна КЗС-1624.

Заключение. Использование возможностей программного комплекса ANSYS CFX при моделировании аэродинамических потоков в заданной модели позволяет получить реальное представление о физических процессах, происходящих внутри исследуемой области, что в свою очередь дает возможность оптимизировать конструкцию системы очистки и бункера перспективного зерноуборочного комбайна.

Внедрение в процесс проектирования в РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» разработанной методики компьютерного моделирования и нелинейного анализа воздушных потоков в тракте сельскохозяйственных машин и взаимодействия воздушных потоков с зерновым ворохом позволило создать зерноуборочный комбайн с принципиально новой компоновкой технологического тракта, имеющего показатели производительности и энергоемкости, превосходящие аналогичные показатели комбайнов с классической компоновкой технологического тракта.

Литература

1. Вырский, А. Н. Повышение надежности несущих конструкций и узлов сельскохозяйственных машин путем применения методов конечно-элементного анализа / А. Н. Вырский, В. А. Пигенко // Динамика, прочность и надежность сельскохозяйственных машин : сб. материалов I Междунар. науч.-техн. конф. – Тернополь, 2004. – С. 118–124.
2. Ткачева, П. П. Компьютерная технология синтеза расчетных сеток в программном комплексе STAR-CD для моделирования аэродинамических потоков в рабочей камере турбокомпрессора / П. П. Ткачева // Информатика. – 2005. – № 2 (6). – С. 5–14.
3. Васильев, Д. Л. Методы создания 3D-моделей корпусных деталей в системе Pro/Engineer / Д. Л. Васильев // Информатика. – 2005. – № 7. – С. 107–115.
4. Исследование плоских ударных волн в турбокомпрессоре на основе аэродинамического компьютерного моделирования в программном пакете STAR-CD / В. А. Балдин [и др.] // Информатика. – 2005. – № 4 (8). – С. 5–12.
5. Минервина, Е. Б. Компьютерное моделирование аэродинамических потоков в рабочей камере турбокомпрессора с использованием программного комплекса STAR-CD / Е. Б. Минервина // Информатика. – 2005. – № 2 (6). – С. 15–24.
6. Численное моделирование на основе программного пакета STAR-CD аэродинамических потоков с целью выявления ударных волн в турбокомпрессоре / А. М. Крот [и др.] // Авиадвигатели XXI века : II Междунар. науч.-техн. конф., Москва, ЦИАМ, 6–9 дек. 2005 г. – Т. 1. – С. 339–340.

СЕКЦИЯ II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ZN-NI-CO ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А. В. Сайчук

*Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы», Беларусь*

Научный руководитель Н. Г. Валько

Электролитическое осаждение тройных сплавов на основе Zn–Ni–Co является одним из наиболее распространенных технологических процессов упрочнения поверхности стальных изделий. Сплавы на основе Zn–Ni–Co практически не обладают потерями на вихревые токи и соответственно могут использоваться до весьма высоких частот, поэтому отпадает необходимость раскраивать материал на отдельные пластины. В отличие от металлических сплавов Zn–Ni–Co сплавы не подвержены действию химически агрессивных сред. Широкое применение данных покрытий обусловлено их высокими защитными свойствами благодаря образованию оксидной пленки, вследствие интенсивной коррозии цинка на воздухе. Для Zn–Ni–Co характерна относительно большая диэлектрическая проницаемость, которая зависит от частоты и состава материала. С повышением частоты диэлектрическая проницаемость Zn–Ni–Co падает. Большое влияние на поляризационные свойства сплавов Zn–Ni–Co оказывают ионы переменной валентности. С увеличением их концентрации наблюдается возрастание диэлектрической проницаемости материала. Наиболее широкое применение сплавы на основе Zn–Ni–Co нашли в радиоэлектронике и вычислительной технике среди других магнитомягких материалов. Более того, в большинстве случаев сплавы Zn–Ni–Co могут эффективно заменить изделия из других материалов, они обладают рядом уникальных физико-химических, магнитных и электрических свойств, не присутствующих ни одному другому материалу [1].

В данной работе рассматривались тройные сплавы Zn–Ni–Co, которые осаждались из сульфатных электролитов на подложки из низкоуглеродистой стали площадью 225 мм². Сплавы были получены при плотности тока (j) 2 А/дм², 3 А/дм², 4 А/дм² и температуре 25 °С, в течение одного часа. Электроосаждение проводилось в термостатируемой кювете при постоянном перемешивании электромагнитной мешалкой. Состав электролита представлен в таблице.

Состав сульфатных электролитов

| Состав | Zn–Ni–Co, г/л |
|---------------------------------------|---------------|
| H ₃ BO ₃ | 30 |
| NiSO ₄ · 7H ₂ O | 130 |
| ZnSO ₄ · 7H ₂ O | 150 |
| CoSO ₄ · 7H ₂ O | 46 |
| NH ₄ Cl | 2 |

Исследовалась скорость осаждения необлученных (контрольных) образцов и покрытий, полученных в поле рентгеновского излучения с мощностью экспозиционной дозы 100 кР/ч.

В ходе исследования было обнаружено, что масса контрольных образцов, полученных при всех исследуемых режимах электролиза, меньше, чем у покрытий, осажденных при воздействии рентгеновского излучения. Так, при плотности тока 2 А/дм^2 разница между контрольным образцом и покрытием, полученным в поле рентгеновского излучения, составляет 58 %, при плотности тока 3 А/дм^2 – 50 %, 4 А/дм^2 – 18 %. Увеличение массового прироста сплава на катоде под облучением, может быть связано с уменьшением количества побочных процессов, протекающих на катоде, в том числе выделение водорода, электрохимическое восстановление поверхностных оксидных пленок и т. д., которые зависят от состава электролита, изменяющегося вследствие радиолиза. Кроме того, поскольку электроосаждение проводили при постоянном токе, то ускорение процесса под облучением обусловлено увеличением скорости диффузии [2], которая зависит от концентрации компонентов электролита в приэлектродном диффузионном слое. Согласно [3]–[5], возникающие в электролитах под действием рентгеновского излучения первичные продукты радиолиза обладают повышенной подвижностью, что приводит к увеличению коэффициента диффузии ионов в электролитах, а значит к увеличению скорости перемешивания раствора, приводящей к уменьшению диффузионного слоя и увеличению градиента концентрации ионов осаждаемого металла на его границе. Увеличение градиента концентрации, в свою очередь, должно приводить к увеличению потока ионов восстанавливаемого металла к катоду, и соответственно, к увеличению скорости электрокристаллизации. Вследствие этого использование рентгеновского излучения в процессе электроосаждения позволяет увеличивать скорость осаждения вещества на катоде. А перемешивание электролита, производимое активными радикальными частицами, позволяет сильно повысить рабочую плотность тока за счет уменьшения диффузионного слоя.

Следует отметить, что при визуальном исследовании образцов, электроосажденных в поле рентгеновского излучения, было обнаружено, что они являются более гладкими, компактными и хорошо сцепленными в сравнении с контрольными образцами.

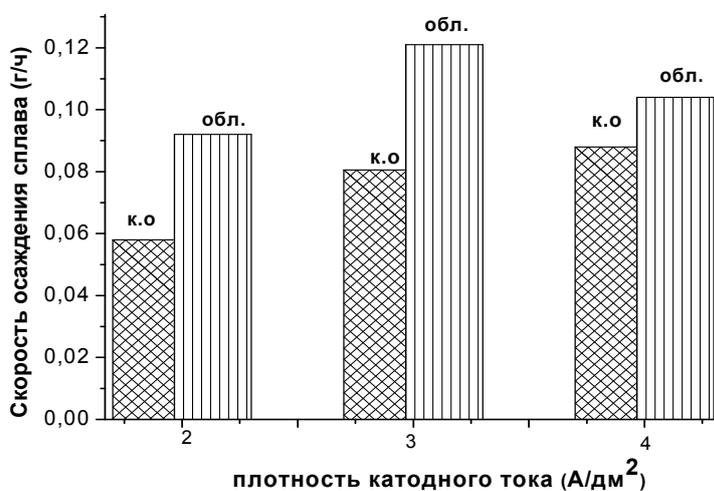


Рис. 1. Скорость осаждения сплава Zn–Ni–Co под облучением и без

На рис. 1 представлены скорости осаждения сплава Zn–Ni–Co при различных режимах электролиза как в поле рентгеновского излучения, так и вне его. Видно, что увеличение плотности катодного тока при осаждении способствует увеличению массового прироста покрытий в единицу времени. Это понятно, поскольку плотность тока является мерой скорости электрокристаллизации – чем выше ток электролиза, тем интенсивнее должно происходить осаждения вещества на катодах [6].

Таким образом, обнаружено, что действие рентгеновского излучения на процесс формирования тройных сплавов Zn–Ni–Co на низкоуглеродистой стали способствует увеличению массового прироста сплавов и формированию сплошных, гладких и хорошо сцепленных с основой покрытий, что можно объяснить интенсификацией процессов восстановления металла на катоде вследствие уменьшения толщины диффузионного слоя и увеличения градиента концентрации восстанавливаемых ионов на поверхности катода.

Литература

1. Мальцева, Г. Н. Коррозия и защита оборудования от коррозии / Г. Н. Мальцева. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 211 с.
2. Анищик, В. М. Формирование гальванических покрытий сплавом Zn–Ni при воздействии рентгеновского излучения / В. М. Анищик, Н. Г. Валько, Н. И. Поляк, И. И. Алесчик // Труды XX Международного совещания «Радиационная физика твердого тела» : в 2 т. (Севастополь, 5–10 июля 2010) ; под ред. Г. Г. Бондаренко / ГНУ «НИИ ПМТ». – М., 2010. – Т. 2. – С. 407–409.
3. Пикаев, А. К. Современная радиационная химия. Радиолит газы и жидкостей / А. К. Пикаев. – М. : Наука, 1986. – 440 с.
4. Ершов, Б. Г. // Журн. неорганической химии. – 2002. – Т. 47, № 4. – С. 644.
5. Ershov B. G., Gordeev A. V., M. Kelm // Radiat. Phys. Chem. – 2003. – V. 67. – P. 613.
6. Комплексные электролиты в гальванотехнике / Б. А. Пурин [и др.]. – Рига : Лиесма, 1978. – 265 с.
7. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия : справ. по применению / Ю. Д. Гамбург. – М. : Техносфера, 2006. – 216 с.

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Д. В. Лавыш

*Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы», Беларусь*

Научный руководитель Н. Г. Валько

Гальванические покрытия нашли широкое применение во многих отраслях народного хозяйства не только как хорошее средство при защите металлов от коррозии. Гальванически нанесенный слой металла может значительно повысить износостойкость основного изделия, его электропроводность и многие другие важные показатели [1].

Ранее было показано, что использование высокоинтенсивного облучения в ходе формирования покрытий позволяет получать покрытия с улучшенными физико-механическими характеристиками и упрочненным поверхностным слоем без изменения состава электролита [2]. Целью данной работы являлось изучение влияния рентгеновского излучения на коррозионную стойкость Zn–Ni покрытий.

Исследовались образцы, осажденные из кислого, слабокислого и нейтрального электролитов. Электроосаждения проводилось при температуре 20 °С и плотности тока 1 А/дм² в течение одного часа.

Коррозионные испытания проводились методом переменного погружения в электролит по ГОСТ 9.308–85. Сущность метода заключается в ускорении коррозионного процесса чередованием погружения образцов в электролит и высушиванием их на воздухе [3]. Для проведения исследований был приготовлен раствор хлористого натрия концентрацией (30 ± 3) г/дм³. Для исследования на коррозионную стойкость была использована установка, которая состоит из двух блоков, связанных друг с другом и персональным компьютером (ПК) посредством кабелей. Первый блок содержит электронную схему контроллера шагового двигателя (ШД) с редуктором, которые размещены во втором блоке. Контроллер содержит: схему сопряжения с интерфейсом IEEE 1284 (LPT-порт) ПК; параллельный регистр, обеспечивающий запоминание кодовых слов, поступающих от ПК; буферную схему, согласовывающую выходы регистра с высокоточными ключами ШД; четыре ключа, коммутирующих обмотки ШД со схемами защиты от выбросов ЭДС самоиндукции; стабилизатор напряжения +5 В для питания цифровых узлов схемы; управляемый стабилизатор напряжения +9–24 В для питания обмоток ШД; схемы, отображающие состояние контроллера и ШД на многофункциональном индикаторе. Была разработана программа для задачи определенного алгоритма, по которому образцы должны пребывать в растворе 10 мин, на воздухе 50 мин. Программа была написана на программируемом языке Delphi 7. Уникальность этой программы состоит в том, что при выполнении определенной операции: поднятие или опускание покрытий на специальном держателе, программа снимает напряжение с обмоток шагового двигателя, что позволяет экономить электроэнергию.

В ходе проведенных исследований мы получили данные, которые представлены в таблице для покрытий Zn–Ni.

Коррозионные испытания Zn–Ni и покрытий

| Виды покрытий | Время до появления продуктов коррозии | |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | Покрытия (белая коррозия), час | Основы (красная коррозия), час |
| Zn–Ni (кислый) 2 А/дм ² н/о | 24 | 168 |
| Zn–Ni (кислый) 2 А/дм ² обл. Мо | 24 | 168 |
| Zn–Ni (нейтральный) 2 А/дм ² н/о | 24 | 96 |
| Zn–Ni (нейтральный) 2 А/дм ² обл. Мо | 24 | 72 |
| Zn–Ni (слабокислый) 2 А/дм ² н/о | 4 | 24 |
| Zn–Ni (слабокислый) 2 А/дм ² обл. Мо | 9 | 24 |

В ходе исследований было обнаружено, что наиболее коррозионно устойчивыми являются покрытия, полученные из кислого электролита, наименее – из слабокислого. Это можно объяснить тем, что из кислого электролита осаждаются плотные и гладкие покрытия. Однако следует отметить, что при малых плотностях катодного осаждаются очень пористые покрытия, поскольку в процессе электроосаждения из кислых электролитов на катоде интенсивно выделяется водород. Наличие сквозных пор приводит к возникновению питтинговой коррозии. Из таблицы видно, что у покрытия Zn–Ni из нейтрального электролита, полученного в поле рентгеновского излучения, коррозионная стойкость несколько хуже, чем у аналогичного, но полученного без облучения. Время появления первых очагов красной коррозии у облученных образцов составляет 72 ч, а у контрольных – 96 ч. Это хорошо согласу-

ется с данными по адгезии [4]. Очаги поражения белой ржавчиной и красной коррозией покрытий из слабокислого электролита существенно отличаются от покрытий из кислого электролита не только временем появления, но и масштабами. Первые признаки окисления контрольных образцов появляются уже через 4 ч, а признаки коррозии подложки проявляются через 24 ч, что объясняется низкой сплошностью и рыхлостью покрытий. В отличие от покрытий из нейтрального электролита, действие рентгеновского излучения в процессе формирования покрытий способствует осаждению слоев с повышенными защитными антикоррозионными свойствами. Коррозия подложки у облученных образцов начинается только через 24 ч. Процент поражения красной коррозией покрытия через 48 ч у контрольных образцов составляет 50 %, а у облученных 20 %.

В ходе исследований покрытий на коррозионную стойкость методами погружения покрытий в электролит было обнаружено, что наиболее коррозионно устойчивыми являются покрытия, полученные из кислого электролита, наименее – из слабокислого. Это можно объяснить тем, что из кислого электролита осаждаются плотные и гладкие покрытия. У покрытий, полученных в поле рентгеновского излучения, признаки появления белой ржавчины и следов коррозии подложки появляются позже в сравнении с контрольными образцами.

Литература

1. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю. Д. Гамбург. – М. : Техносфера, 2006. – 216 с.
2. Алесчик, И. И. Электроосаждение Zn–Ni из хлораммонийного электролита в поле рентгеновского излучения / И. И. Алесчик, Н. Г. Валько, Д. В. Лавыш // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. В 3 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Могилев. обл. исполн. ком., Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – С. 156–157.
3. ГОСТ 9.308–85. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний.
4. Лавыш, Д. В. Контроль прочности сцепления с подложкой цинкникелевых покрытий, осажденных в поле рентгеновского излучения / Д. В. Лавыш // Физика конденсированного состояния : материалы XIX респ. науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно, 19–20 апр. 2011 г. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: Е. А. Ровба (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2011. – С. 170–171.

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЦИНКА И НИКЕЛЯ

Ю. С. Арсеньева

*Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы», Беларусь*

Научный руководитель Н. Г. Валько

Современная техника предъявляет повышенные требования к новым технологиям и материалам. Важное место среди перспективных материалов занимают электроосажденные покрытия сплавами с повышенными защитными и прочностными свойствами [1], [2]. При разработке материалов и технологий одним из ведущих направлений являются работы в области электроосаждения сплавов, получения эффективных защитных и специальных свойств покрытий. К числу широко используемых защитных

сплавов относятся композиционные электролитические покрытия (КЭП) на основе цинка и его сплавов с металлами семейства железа. Данные покрытия получили широкое распространение благодаря своим ценным свойствам: высокой коррозионной стойкости в морской воде, солевом тумане, стойкости к наличию нефтепродуктов и маслу, низкой степени наводороживания, нетоксичности и экономичности. Вместе с тем, получение КЭП из электролитов несколько затруднено вследствие образования и адсорбции в процессе электроосаждения на поверхности катода труднорастворимой пленки из продуктов промежуточного восстановления металла, ингибирующей включение частиц второй фазы. Поэтому актуальной задачей является разработка новых методов формирования КЭП на основе цинка и никеля. Одним из способов, препятствующих адсорбции на поверхности подложки оксидных и гидроксидных пленок, является метод воздействия рентгеновского излучения на электрохимическую систему в процессе осаждения покрытий [3].

В работе исследовалось влияние рентгеновского излучения на электроосаждение КЭП Zn–Ni с модификатором Al_2O_3 . Исследовались покрытия, осажденные из сульфатных электролитов, на подложки из низкоуглеродистой стали 08кп. Источником рентгеновского излучения являлась установка при напряжении на рентгеновской трубке 55 кВ и токе 15 мА, с анодом Мо. Контрольные (необлученные) и облучаемые рентгеновским излучением покрытия получали при плотности катодного тока 4 А/дм².

Предметом исследования являлось влияние рентгеновского излучения на величину выхода сплава по току и на количество пор, приходящихся на 1 см². Выход по току определялся по отношению теоретической массы, определенной по закону Фарадея, к массе практической.

Экспериментальные данные представлены в таблице. Анализ результатов показывает, что действие рентгеновского излучения в процессе электроосаждения Zn–Ni покрытий приводит повышению выхода сплава по току, что свидетельствует об увеличении скорости осаждения массы сплава на катоде под облучением. Так, выход по току сплава Zn–Ni, полученного в поле излучения составляет 98 %, в то время как у контрольного необлученного образца выход по току составил 95 %. Обнаружено, что выход по току для покрытий, осаждаемых из электролитов, содержащих Al_2O_3 , значительно ниже, чем у сплавов без модификаторов. Выход по току у покрытий, осажденных из электролитов с концентрацией Al_2O_3 равной 0,1 г/л, составляет 63 %. Увеличение концентрации Al_2O_3 , в электролите до 1 г/л приводит к снижению величины выхода сплава по току до 54 %.

Как видно из таблицы, действие рентгеновского излучения способствуют некоторому снижению выхода по току для сплавов, осажденных из электролитов с модификатором. Можно предположить, что очень малое количество композита Al_2O_3 отрицательно влияет на выход по току, препятствуя образованию сплошных покрытий Zn–Ni. Были проведены дополнительные исследования выхода по току покрытий, осажденных из электролита с концентрацией Al_2O_3 , составляющей 25 г/л. Было обнаружено, что выход по току у модифицированных образцов несколько выше, чем у контрольных. Так, выход сплава по току у покрытий Zn–Ni– Al_2O_3 на 15 % выше, чем у Zn–Ni и составляет 106 %. Это указывает на обильное включение частиц Al_2O_3 в матрицу основного вещества, что связано с тем, что Al_2O_3 не имеет заряда и не участвует в химической реакции. Попадая в поток восстанавливаемых ионов благодаря интенсивному перемешиванию раствора электромагнитной мешалки он, внедряется матрицу сплава. При этом визуально покрытия получились гладкие, компактные и хорошо сцепленные с основой.

**Выход по току и количество пор в контрольных
и облученных покрытиях с композитами и без**

| Показатель | Zn–Ni + Al ₂ O ₃ (0,1 г/л) | Zn–Ni + Al ₂ O ₃ (1 г/л) | Zn–Ni | Zn–Ni + Al ₂ O ₃ (0,1 г/л) | Zn–Ni + Al ₂ O ₃ (1 г/л) | Zn–Ni |
|-------------------------------------|---|---|-------|---|---|-------|
| Образец | Необлученные | | | Полученные в поле рентгеновского излучения | | |
| Выход по току, % | 63 | 54 | 95 | 55 | 52 | 98 |
| Количество пор на 1 см ² | 3 | 4 | 9 | 0 | 2 | 5 |

Уменьшение выхода сплава по току у покрытий, осаждаемых из электролита с Al₂O₃, указывает прежде всего на увеличение количества побочных реакций, протекающих на катоде, а также на формирование пористых и рыхлых покрытий. Тем не менее, исследование покрытий на пористость показало, что у всех покрытий, осажденных в поле рентгеновского излучения, пористость значительно ниже по сравнению, с контрольными покрытиями. Так, у образцов, осаждаемых из электролитов с концентрацией Al₂O₃, равной 0,1 г/л, количество пор, приходящихся на 1 см², в три раза больше в сравнении с покрытиями, сформированными при тех же условиях электрокристаллизации, но в условиях облучения. У сплавов, осаждаемых из электролитов с концентрацией Al₂O₃, равной 1 г/л, количество пор у облученных и контрольных покрытий отличается в два раза. Уменьшение пористости у покрытий, сформированных в условиях облучения, может быть связано с тем, что действие рентгеновского излучения на электролит, в том числе с модификатором, способствует повышению рассеивающей способности [4] и соответствующему распределению тока по высоте катода, обусловленные ростом эффективной электропроводности [5] и снижением газонаполнения, что приводит к электроосаждению КЭП с пониженным содержанием пор [6], [7].

Таким образом, в ходе исследований обнаружено, что добавление в электролит для электроосаждения Zn–Ni модификатора Al₂O₃ в количестве от 0,1 до 1 г/л приводит к существенному уменьшению выхода сплава потоку, что указывает на уменьшение прироста массы вещества в единицу времени. способствует увеличению выхода по току. Действие рентгеновского излучения на формирование покрытий из электролитов, содержащих модификатор Al₂O₃ в количестве от 0,1 до 1 г/л, способствует осаждению КЭП с пониженным содержанием пор, что может быть связано с тем, действие рентгеновского излучения на электролит, в том числе с модификатором, способствует повышению рассеивающей способности и соответствующему распределению тока по высоте катода, обусловленные ростом эффективной электропроводности и снижением газонаполнения.

Литература

1. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия : справ. по применению / Ю. Д. Гамбург. – М. : Техносфера, 2006. – 216 с.
2. Гамбург, Ю. Д. Итоги науки и техники. Сер. Электрохимия / Ю. Д. Гамбург. – М. : ВИНТИ, 1989. – Т. 30. – С. 118–131.
3. Валько, Н. Г. Электролитическое нанесение сплава Zn–Ni при воздействии рентгеновского излучения / Н. Г. Валько, И. И. Алесчик, Д. В. Лавыш // Весн. ГрДУ. Сер. 2. – 2011. – № 3 (118). – С. 133–138.

4. Электрокристаллизация Zn–Ni из сульфатных электролитов на индифферентных катодах в поле рентгеновского излучения / В. М. Анищик [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. – 2010. – Т. 15, № 2. – С. 43–46.
5. Пикаев, А. К. Радиационная химия водных растворов актинидов / А. К. Пикаев, В. П. Шилов, А. В. Гоголев // Успехи химии, 1997. – Т. 9, № 66. – С. 845–873.
6. Проскуркин, Е. В. Цинкование / Е. В. Проскуркин, В. А. Попович, А. Т. Мороз. – М. : Металлургия, 1988. – 528 с.
7. Окулов, В. В. Цинкование. Техника и технология / В. В. Окулов. – М. : Глобус, 2008. – 252 с.

**РАЗРАБОТКА ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ
НА ОСНОВЕ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ОТХОДОВ ТВЕРДОГО
СПЛАВА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРО-
И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИХ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ
МЕХАНИЧЕСКОМ ДИСПЕРГИРОВАНИИ**

И. М. Крижевский, М. Д. Яньшин

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

Научные руководители: М. Н. Верещагин, И. В. Агунович

Введение. На многих предприятиях, в силу ограниченности Республики Беларусь сырьевыми ресурсами, требуются существенные валютные затраты на закупку готового инструмента или дорогостоящего импортного сырья (порошков твердых сплавов), для создания инструмента (например на БМЗ – для изготовления фильер). В этой связи целесообразно создание альтернативного отечественного сырья – порошковых смесей, наименее дорогостоящих, с целью импортозамещения. Перспективным является разработка технологии изготовления таких порошковых смесей из отходов металлургических и машиностроительных производств.

Методика исследований. Исходным материалом для исследований служили отходы стружки, образующейся при восстановлении рабочих поверхностей прокатных валов и роликов на ОАО «Белорусский металлургический завод». Элементный состав исходного материала соответствует сплаву ВК6. Стружку твердого сплава измельчали в планетарной мельнице фирмы «Fritch», с попарно расположенными стаканами, при следующих технологических режимах: рабочий объем мельницы 0,55 л, число оборотов $n = 200$ об/мин. Мелющими телами служили шарики из стали ШХ15 диаметром 20 и 24 мм. Коэффициенты заполнения рабочего объема измельчающим материалом и размольными телами соответственно составляли 57 и 49 %. Коэффициенты заполнения рабочего объема размольными телами 15 и 20 %, а коэффициенты заполнения рабочего объема измельчающим материалом 42 и 29 % соответственно на начальном этапе. Процесс измельчения протекал в течение 45 мин. Контроль и рассев по фракциям на лабораторном наборе сит проводился через 5, 10, 15, 25, 30, 35, 45 мин. Оценка гранулометрического состава материала до и после атриторного диспергирования проводилась при помощи сканирующего электронного микроскопа TESCAN Vega II LSH и металлографического микроскопа «МЕТАМ РВ-22». Для исследования зависимости гранулометрического состава от времени размола и типа лент, после определенной продолжительности процесса из планетарной мельницы брали пробу и методом случайных секущих определяли гранулометрический состав, средний размер и удельную поверхность частиц порошка.

Результаты исследований. Микроструктура стружки перед диспергированием приведена на рис. 1, где четко видны скопления карбида вольфрама в кобальтовой связке, неправильной формы, равномерно распределенные по объему стружки,

а также незначительные дефекты в виде трещин, связанные с особенностями механической обработки при ее получении. Размеры отдельных карбидных включений достигают 10 мкм, при их средней величине 6–8 мкм. Размеры же зерен кобальтовой связки составляют порядка 0,2–1 мкм. Структура полученного порошка твердого сплава после 45 мин размола шарами диаметром 20 мм представлена на рис. 2. Форма частиц при помоле – осколочная, частично – сфероидальная. Если при последующем спекании полученный материал сохранит данную размерность зерна, структуру можно будет отнести к мелкозернистой (сплав ВК6М), что значительно повысит износостойкость полученного материала без существенного снижения его прочности по сравнению со спеченным материалом из крупнозернистого порошка, полученного в обычных шаровых мельницах.

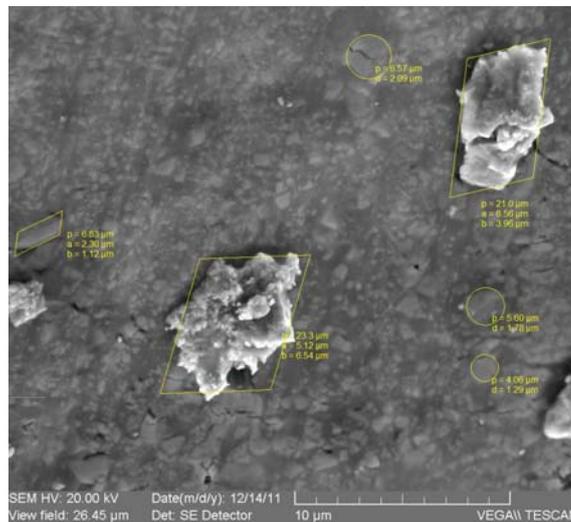


Рис. 1. Микроструктура стружки перед диспергированием

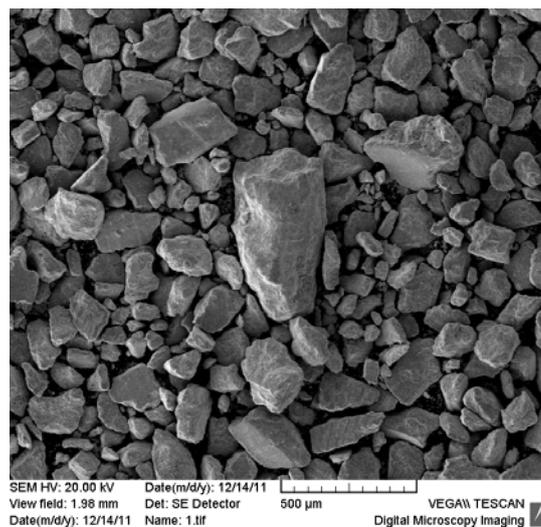


Рис. 2. Структура порошка после размола в течение 45 мин

Исследования показали, что структура порошка (а именно размер и форма частиц), существенно зависят от времени размола, диаметра и количества размольных

шаров. На интенсивность размолла оказывает влияние соотношение объемов размольных тел и порошка. Установлено, что наиболее оптимальным для получения мелкозернистой структуры является сочетание шаров меньшего диаметра с шарами большего диаметра. Шары большего диаметра, обладая большей кинетической энергией, обладают и большей энергией удара, а шары меньшего диаметра обеспечивают большее количество точек соприкосновения, что в свою очередь также способствует измельчению, улучшает качество измельчения.

На рис. 3 показана кинетика измельчения стружки шарами диаметром 20 мм. Для начала хрупкого разрушения металлов необходимо затратить некоторое количество энергии, расходуемой на пластическую и упругую деформации. Из кинетической кривой следует, что начальный период отмечается повышением его кривой интенсивности измельчения, которая достигает максимума в момент, когда все или большинство частиц порошка делаются упругими вследствие их наклепа, после чего становится возможным хрупкое разрушение. Размол на начальном этапе происходит более интенсивно, при дальнейшем измельчении скорость размолла уменьшается, это, по всей видимости, связано с приданием частицам порошка сферообразной формы и их наклепом.

При измельчении шарами большего размера (24 мм) наблюдается существенное увеличение более мелкой фракции порошка при одном и том же времени измельчения. При этом изменения в форме зерна обнаружено не было. Скорость измельчения шарами диаметром 24 мм на начальном этапе примерно в два раза выше скорости измельчения шарами диаметром 20 мм.

Это обуславливается тем, что шары диаметром 24 мм обладают большей энергией удара, так как их масса примерно в 1,7 раз выше массы шаров диаметром 20 мм. А также тем, что на начальном этапе преобладает ударный механизм размолла. На интенсивность размолла также оказывает влияние соотношение объемов размольных тел и порошка.

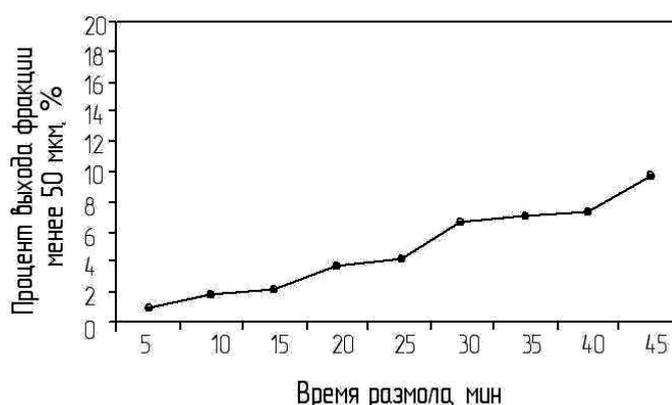


Рис. 3. Кинетика измельчения стружки шарами диаметром 20 мм в планетарной мельнице

При размолле шарами диаметром 20 мм соотношение составляло 1 : 2,6. При размолле шарами диаметром 24 мм соотношение составляло 1 : 1,5. Вероятно, при меньшем количестве шаров повышается их кинетическая энергия вследствие увеличения траектории, но снижается интенсивность ударов частицам порошка.

В свою очередь при большом содержании шаров (более 50–60 %) в результате сокращения пути движения, значительно уменьшается их кинетическая энергия, и размол в основном происходит за счет истирания частиц стружки между размольными телами. Поскольку частицы стружки обладают достаточно высокими механическими характеристиками, то оптимальным является сочетание истирающего и ударного механизмов разрушения. На эффективность измельчения влияет также диаметр шаров, от которого зависят количество и интенсивность ударов в единицу времени, а также число точек соприкосновения между мелющими телами. С увеличением диаметра шаров количество точек контакта уменьшается, также снижается и намот железа.

Заключение. Установлено, что оптимальным с точки зрения получения металлических порошков с размером менее 50 мкм является размол при оптимальных технологических режимах, в результате применения которых значительно повышается эффективность размола. Оптимальными режимами размола являются частота вращения $n = 200$ об/мин, заполнение шарами рабочего объема 55 %, соотношение масс размольных тел и порошка 1 : 1,5. Основными факторами, влияющими на размол стружки, являются заполнение рабочего объема шарами, и соотношение масс шаров и загружаемой ленты.

Литература

1. Асатурян, В. И. Теория планирования эксперимента / В. И. Асатурян. – М. : Радио и связь, 1983. – 248 с.
2. Порошковая металлургия и напыленные покрытия / В. А. Анциферов [и др.]. – М. : Металлургия, 1987. – 792 с.

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИСПЕРСИОННОГО ТВЕРДЕНИЯ НА СВОЙСТВА ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫХ КАРБОНИТРИДНЫХ СЛОЕВ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

Л. С. Хромова, Д. В. Юрусов

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. Производство изделий из быстрорежущей стали включает в себя трудоемкий процесс термической обработки. Процесс очень сложный по своей сути и дорогостоящий. В результате термической обработки формируется достаточно привлекательный комплекс свойств рассматриваемых сталей, которые в итоге отличаются высокой износостойкостью, твердостью и прочностью. По критерию износостойкости быстрорежущие стали, уступают только вольфрамокобальтовым твердым сплавам и минералокерамике. Указанные материалы при этом имеют существенно более низкую прочность, чем быстрорежущие стали. Высокое содержание таких карбидообразующих компонентов, как вольфрам, молибден, хром и ванадий делает быстрорежущие стали материалом, в котором в результате науглероживания может быть увеличено количество карбидной фазы в рабочем слое. В итоге поверхностный рабочий слой инструмента по своей морфологии может быть приближен к вольфрамокобальтовым твердым сплавам, при сохранении высокой прочности металла присутствующей быстрорежущим сталям.

Объекты и методики исследований. В качестве объектов исследования использовались образцы из стали Р6М5 после закалки от различных температур

и 3-кратного отпуска, подвергнутые насыщению углеродом. Металлографический анализ диффузионных слоев на всех этапах исследований проводили на электронном микроскопе TESCAN (Чехия) с цифровой приставкой при напряжении 20 кВ и на рентгеновском дифрактометре ДРОН-7 с использованием рентгеновской трубки 2,0БСВ27-Со при напряжении 40 кВ и силе тока 30 μ А. Объемную долю карбидных частиц определяли по электронным микрофотографиям методом секущей. Твердость обработанных поверхностей измеряли на прессе Роквелла, а микротвердость – на приборе ПМТ-3 при нагрузке 200 г. Расчет внутренних напряжений, возникающих в упрочненном слое в результате термической обработки, проводили по методике основанной на измерении стрелы прогиба, образующейся в результате послойного растворения одной из поверхностей науглероженного пластинчатого образца длиной 120 мм, толщиной 10 мм и шириной 20 мм [1]. Толщина диффузионного слоя, определенная по распределению микротвердости H_{200} , составляла 0,4...0,6 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. В повышении твердости стали Р6М5 при термообработке существенную роль оказывает дисперсионное твердение, которое определяется степенью легирования аустенита и мартенсита, типом образующихся при отпуске карбидов и их количеством. С увеличением степени насыщения аустенита углеродом уменьшается растворимость в нем других легирующих элементов, а соответственно их количество в мартенситах, которые затем участвуют в дисперсионном твердении.

Закалку быстрорежущей стали Р6М5 производят с температуры 1220 °С [2]. Нагрев до такой высокой температуры производится для растворения карбидов типа $M_{23}C_6$, M_6C и частично MC , с целью увеличения степени насыщения аустенита, а соответственно, и мартенсита, углеродом, W, Mo, V (рис. 1). При этом наблюдается рост аустенитного зерна до 9–10 балла и при закалке формируется крупнозольчатый мартенсит 3–2 балла. О повышении степени легированности α -фазы с увеличением температуры закалки свидетельствует смещение на рентгеновских дифрактограммах пика ее максимальной интенсивности в область меньших углов 2θ (с 52,3880° до 52,1290°) и увеличение периода решетки d с 2,0264 Å до 2,0357 Å [3], [4]. Твердость после закалки и трех отпусков повышается до 62...63 HRC.

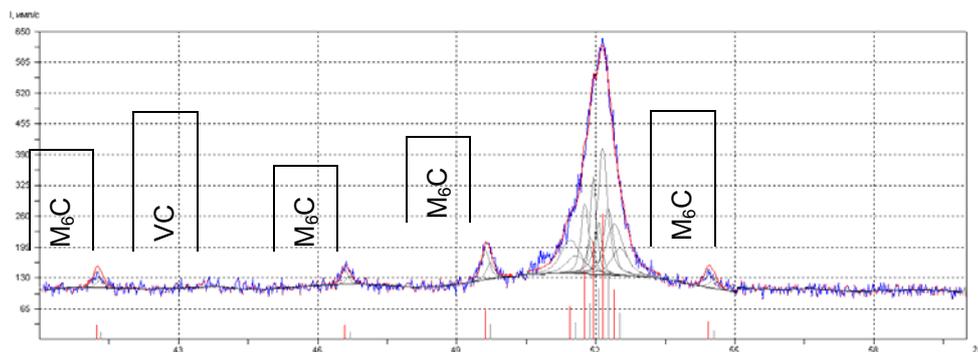


Рис. 1. Фрагмент рентгеновских дифрактограмм (CoK α) от поверхностных слоев стали Р6М5, с баллом зерна 10

Применив диффузионное науглероживание рабочих поверхностей инструментов, можно сформировать псевдотвердосплавный слой и высокоуглеродистый мартенсит при различных температурах закалки сохранив при этом более мелкое зерно, что обеспечивает высокую ударную вязкость металла (таблица).

Структура и свойства поверхностных слоев стали Р6М5

| Способ обработки | Номер партии | Температура аустенизации, °С | Балл зерна, получаемый окончательным нагревом под закалку | Толщина упрочненного слоя в готовом изделии, мм | Твердость, HRC | |
|--|--------------|------------------------------|---|---|----------------|------------|
| | | | | | поверхности | сердцевины |
| Объемная закалка | 1 | 840–850 | 10 | – | 62–63 | 62–63 |
| Науглероживание с мартенситным старением | 2 | 950 | 10 | 0,4...0,6 | 65–66 | 62–63 |
| | 3 | 950 | 11 | 0,4...0,6 | 65–66 | 60–61 |
| | 4 | 950 | 12 | 0,4...0,6 | 65–66 | 55–57 |

Понижение температуры закалки уменьшает степень растворимости карбидных фаз, ответственных за получение заданного уровня красностойкости металла. Карбидный состав металла, закалка которого обеспечивает максимальную степень легирования аустенита, отличается тем, что практически все карбиды $M_{23}C_6$, частично M_6C и небольшое количество MC растворяются в результате нагрева, может быть получен в результате закалки упрочненного металла на 10 балл зерна. Этим достигается более высокая степень насыщения аустенита и мартенсита углеродом и легирующими элементами Cr, W, Mo и V. Фазовый состав науглероженного слоя приближается к соотношению фаз, получаемому при закалке по общепринятой технологии с 1220 °С, и отличается тем, что количество карбидов M_6C , остающихся в структуре после закалки и трех отпусков, несколько больше, чем в неупрочненном материале.

Учитывая, что карбиды типа M_6C могут быть как первичными так и вторичными, выделяющимися в процессе дисперсного твердения сплава их количество во многом определяет красностойкость металла. В первую очередь это касается соединений Fe_3W_3C и Fe_3Mo_3C . Коагуляция этих карбидов, выделившихся в процессе дисперсионного твердения сплава, вызывает снижение его красностойкости [5].

Насыщение поверхности стали углеродом приводит к снижению температуры начала мартенситных превращений в этом слое. Поэтому мартенситные превращения при закалке начинаются сначала в глубинных слоях, а затем в поверхностном слое, что приводит к возникновению у поверхности напряжений сжатия (рис. 2, а), способствующих повышению сопротивления усталостному разрушению.

Достижение высокой красностойкости сопряженное с увеличением температуры аустенизации сплава перед закалкой вызывает повышение уровня остаточных напряжений сжатия до величин соизмеримых с прочностью сцепления карбидного слоя с основой. Это является негативным фактором при упрочнении тяжелонагруженного инструмента для высадки изделий с большой интенсивностью работы оборудования. Понижение величины остаточных напряжений, возникающих в упрочненном слое при достижении высокой степени легирования аустенита перед закалкой может быть обеспечено изменением режима закалки, которая позволяет совместить по времени процессы мартенситного превращения в упрочненном науглероженном слое и сердцеvine металла. Сформированные в результате остаточные напряжения сжатия не превышают значений порядка 50 МПа и не приводят к существенному увеличению контактной нагрузки на рабочие поверхности инструмента в момент его заполнения металлом заготовки.

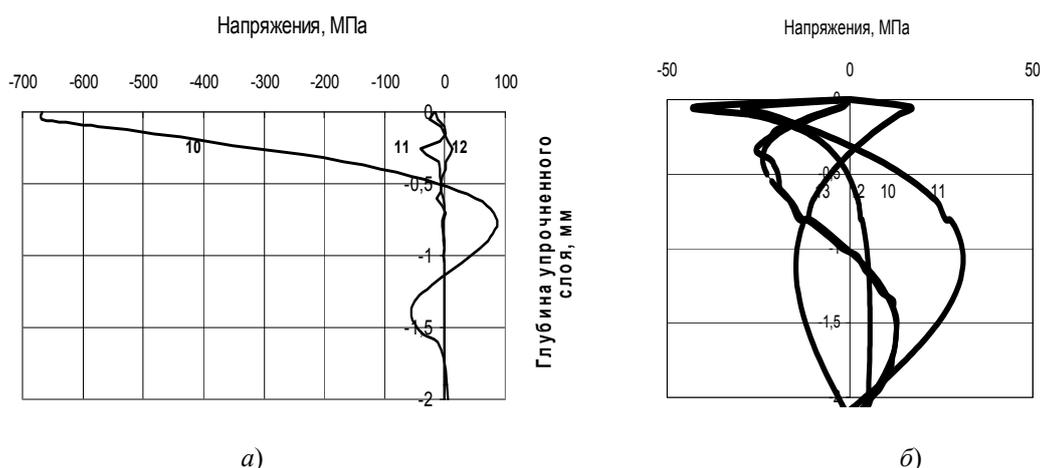


Рис. 2. Распределение остаточных напряжений в поверхностном слое после науглероживания и обычной технологии закалки (а) и закалки с модернизированным режимом охлаждения (б). Цифрами у кривых обозначен балл, полученный после завершения термической обработки

Заключение. Проведены исследования свойств карбидных слоев стали Р6М5 во взаимосвязи с фазовым составом, отражающим уровень красностойкости сплава. Показано, что изменение кинетики мартенситного превращения по сечению науглероженной стали позволяет сформировать в упрочненном слое мартенсит степени легирования которого соответствует высокому уровню красностойкости материала. Определены технологические режимы, обеспечивающие формирование комплекса свойств науглероженного слоя стали Р6М5, способного увеличить наработку на отказ тяжелонагруженного холодновысадочного инструмента.

Л и т е р а т у р а

1. Саверин, М. М. Дробеструйный наклеп / М. М. Саверин. – М. : Машгиз, 1955. – 312 с.
2. Геллер, Ю. А. Инструментальные стали : справочник / Ю. А. Геллер. – М. : Metallurgy, 1975. – 584 с.
3. Белый, А. В. Инженерия поверхностей конструкционных материалов концентрированными потоками ионов азота / А. В. Белый, В. А. Кукареко, А. Патеюк. – Минск : Беларус. наука, 2007. – 244 с.
4. Миркин, Л. И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов / Л. И. Миркин. – М. : Физматгиз, 1961. – 864 с.
5. Гуляев, А. П. Теория быстрорежущей стали / А. П. Гуляев // МиТОМ. – 1998. – № 11. – С. 27–32.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ РОТАЦИОННЫХ КАЧАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ

Я. И. Радькин

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

Научный руководитель Т. М. Заяц

На сегодняшний день одной из важнейших задач металлургии является утилизация и переработка металлосодержащих отходов, к которым относятся окалина, стружка, мелкий низкосортный скрап, шламы и т. п.

Возврат в производство металлосодержащих отходов позволит частично сократить затраты на приобретение шихтовых материалов, а также решить ряд экологиче-

ских проблем, связанных с сокращением образования и переработкой уже накопленных отходов.

В настоящее время на базе кафедры «Металлургия и литейное производство» осуществляется разработка ротационных качающихся печей для переработки данных отходов.

В связи с тем, что в ротационных печах принципиально по-новому организовано движение теплоносителя, имеет место петлеобразное течение потока газов в пространстве печи, необходимо исследовать режимы течения газов и теплообмен в рабочем пространстве.

Течение газов в ротационных печах отличается сложностью и несимметричностью потоков, сочетанием прямых и обратных токов, наличием циркуляционных зон. Моделирование позволит оптимально выбрать соотношения сечений входного и выходного отверстий, а также рационально определить расход газовой смеси необходимый для наиболее эффективной работы. В рабочей зоне печи необходимо, чтобы перерабатываемый материал контактировал с наиболее нагретыми потоками, при этом будет достигаться максимальный эффект теплообмена.

Моделирование проводилось с помощью ППП SolidWorks Flow Simulation – это универсальный модуль для анализа гидрогазодинамики и теплопередачи, основанный на методе конечных элементов. В SolidWorks Flow Simulation движение потока моделируется с помощью уравнения Навье–Стокса, а теплообмен уравнением Фурье, которые описывают в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии этой среды. Кроме того, используются уравнения состояния компонентов потока, а также эмпирические зависимости вязкости и теплопроводности компонентов среды от температуры.

Для моделирования турбулентных течений упомянутые уравнения Навье–Стокса усредняются по Рейнольдсу, т. е. используется осредненное по малому масштабу времени влияние турбулентности на параметры потока, а крупномасштабные временные изменения осредненных по малому масштабу времени составляющих газодинамических параметров потока (давления, скоростей, температуры) учитываются введением соответствующих производных по времени. Эта система уравнений сохранения массы, импульса и энергии нестационарного пространственного течения имеет следующий вид в декартовой системе координат $(x_i, i = 1, 2, 3)$, вращающейся с угловой скоростью Ω вокруг оси, проходящей через ее начало:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k) = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_i u_k - \tau_{ik}) + \frac{\partial}{\partial x_i} = S_i; \quad (2)$$

$$\frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} ((\rho E - P)u_k + q_k) - \tau_{ik} u_i = S_k u_k + Q_H, \quad (3)$$

где t – время; u – скорость потока; ρ – плотность текучей среды; P – давление потока; S_i – внешние массовые силы, действующие на единичную массу потока; E – полная энергия единичной массы потока; Q_H – тепло, выделяемое источником в единичном объеме потока; k – кинетическая модель турбулентности; τ_{ik} – тензор вязких сдвиговых напряжений; q_i – диффузионный тепловой поток, нижние индексы означают суммирование по трем координатным направлениям.

Для сжимаемых текучих сред используется уравнение состояния следующего вида:

$$p = \rho(P, R, y), \quad (4)$$

где $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – вектор концентраций компонентов потока. Для газов используется уравнение состояния идеального газа $p = P/(RT)$, где R – газовая постоянная моделируемого газа.

Наряду с моделированием диффузии тепла в текучей среде моделируется также теплопередача в твердых телах с помощью уравнения Фурье:

$$\frac{\partial \rho e}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + Q_H, \quad (5)$$

где $e = cT$ – удельная теплоемкость; T – температура; λ – теплопроводность; Q_H – удельное тепловыделение источника тепла.

Конвективный теплообмен между поверхностью твердых тел и текучей средой моделируется при моделировании пограничного слоя потока текучей среды. Если теплопередача в твердых телах моделируется, то одновременно может моделироваться также радиационный теплообмен между непрозрачными для него поверхностями твердых тел. При этом рассматривается только интегральное, т. е. суммарное по всем длинам волн, излучение.

Если текучая среда проходит через пористое тело, то влияние этого тела на параметры течения моделируется как рассредоточенное гидравлическое сопротивление. Скорость потока текучей среды в пористом материале определяется по заданной эффективной пористости данного материала, которая представляет собой объемную долю соединяющихся между собой пор в общем объеме пористого материала.

В качестве первоначальных параметров были заданы: расход газа $750 \text{ м}^3/\text{ч}$, соотношение газ-воздух $1/10$, входное сечение подачи газовой смеси $S_{\text{вх}} = 0,06 \text{ м}^2$, сечение отверстия выхода газов $S_{\text{вых}} = 0,87 \text{ м}^2$.

Так как печь в процессе работы вращается, то шихта не лежит параллельно горизонта, а находится под углом, этот угол определяется скоростью вращения печи. В ходе моделирования было выявлено, что важную роль для траектории движения газа играет расположение газовой горелки по отношению к положению шихты при вращении. Так, при расположении горелки справа наблюдается резкий подъем потока вверх по поверхности материала (рис. 1, а), образуется сразу несколько циркуляционных зон, при этом наиболее нагретые газы будут контактировать только с 35–45 % поверхности перерабатываемого материала.

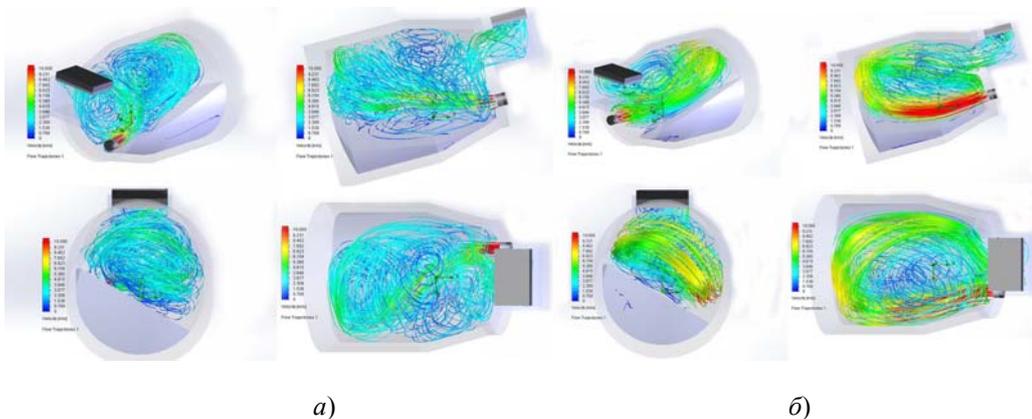


Рис. 1. Траектория движения газов в ротационной качающейся печи (одна горелка)

Однако при расположении газовой горелки слева (рис. 1, б), данный негативный эффект исчезает, более того, происходит максимальный контакт горячих газов с переплавляемым материалом. В этом случае наблюдается петлеобразное движение газов, т. е. нагретый поток обтекает необходимую поверхность, происходит максимальная передача теплоты, затем он устремляется к выходному отверстию, и лишь незначительная часть захватывается входным потоком, при этом подсасываемая часть смеси движется в верхних слоях потока и гарантированно покидает пространство печи при следующем цикле. При петлеобразном движении потока нагретые газы будут долго оставаться в пространстве печи, а значит, будет происходить более интенсивный теплообмен. Следовательно, длительность процесса восстановления займет меньше времени, и поэтому уменьшатся энергозатраты (расход газа).

При установке на агрегат второй горелки наблюдаются следующие траектории движения газов (рис. 2). В пространстве агрегата отсутствуют циркуляционные зоны. Горячий поток несколько раз проходит по петле, контактируя с материалом, что является положительным фактором, после чего поток остывших газов по спирали из центра печи уходит через выходное отверстие из рабочей зоны.

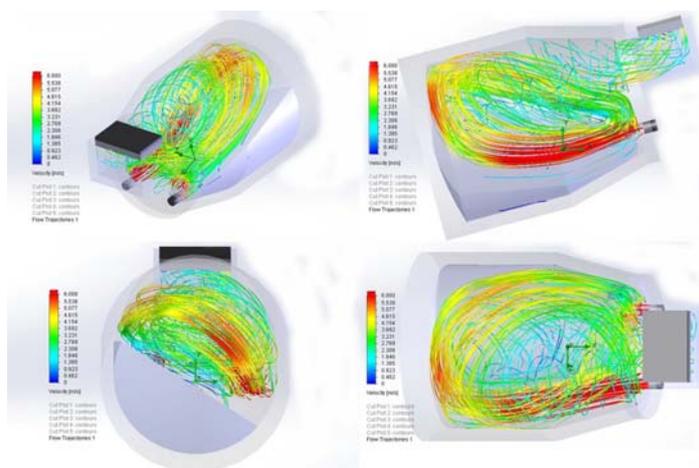


Рис. 2. Траектория движения газов в ротационной качающейся печи (две горелки)

Произведенное моделирование позволило определить, что наиболее оптимальным вариантом является установка на ротационную печь двух горелок.

ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА КОНТАКТНУЮ УСТАЛОСТЬ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

Е. П. Поздняков

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. Контактная усталость является достаточно распространенной причиной отказа большого количества деталей машин [1]. Ее проявления являются одной из основных причин отказа подшипников качения, железнодорожных колес и рельс, зубчатых колес, плунжерных пар, штамповой оснастки и др.

Контактная усталость возникает в результате воздействия пульсирующей нагрузки на границе между контактирующими деталями. Под воздействием нагрузок в зоне контакта металл подвергается деформации с последующим зарождением поверхностных трещин. Образование трещины происходит под углом 45° к поверхности контакта. Немаловажное значение на интенсивность роста трещины имеет смазочная жидкость, присутствующая в зоне работы инструмента и оказывающая расклинивающий эффект уже образованной трещины. Дальнейший рост трещины происходит в параллельном направлении к плоскости контакта с выходом на контактную поверхность металла.

Наибольшие по величине нагрузки возникают на поверхности штампового инструмента, особенно сложнопрофильного тяжелонагруженного инструмента для холодной высадки, выдавливания и чеканки. Величина нагрузок, возникающих на контактной поверхности штампов, может превышать 2000 МПа. В этом случае первые признаки контактной усталости проявляются уже на начальном этапе эксплуатации инструмента. Они характеризуются наклепом, приводящим к появлению микротрещин, образующих вследствие питтинг. Тяжелые условия работы инструмента диктуют необходимость применять высокопрочные стали для его изготовления, в том числе быстрорежущие, которые характеризуются высокой твердостью и жесткостью.

Объект и методики исследований. Объектом исследований являлась быстрорежущая сталь Р6М5, которая достаточно часто используется для изготовления сложнопрофильного тяжелонагруженного инструмента холодной высадки, выдавливания и чеканки [2]. Интенсивность накопления усталостных повреждений в поверхностном слое инструмента при многократном контактом воздействии на материал исследовали на установке для испытаний на контактную усталость и износ [3].



Рис. 1. Взаимодействие образца и дискового контртела

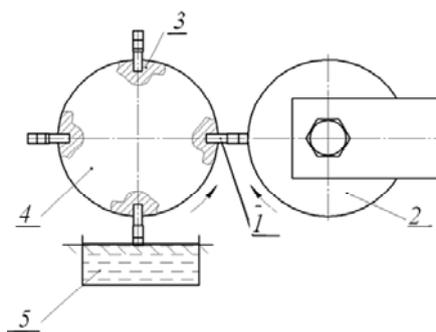


Рис. 2. Схематическое изображение зоны контакта

Установка обеспечивает контактное нагружение торцевой поверхности плоской части образца 1 за счет его взаимодействия с рабочей поверхностью дискового контртела 2 (рис. 1). С целью моделирования контактного взаимодействия при трении без проскальзывания, контртело в виде диска 2 крепится на шарикоподшипнике в державке штока, а образец с плоской рабочей поверхностью – в ячейке планшайбы 3, закрепленной на валу редуктора. Перемещение образца по круговой траектории при встрече с подпружиненным штоком, на котором закреплен диск контртела, вызывает его проворачивание, исключая проскальзывание на контактных поверхностях. Для полного моделирования условий работы штампового инструмента рабочая часть образца окунается в емкость 5 со смазочным материалом, расположенную непосредственно под планшайбой 4, и лишь после этого входит в контакт с диском контртела. Исследования структуры проводились на оптическом микроскопе Метам РВ-22 при увеличениях 100...1000 крат. Твердость определялась на микротвердомере ПМТ-3 с нагрузкой 2Н и прессе Роквелла ТК-2М.

Для устранения негативного влияния остаточного аустенита на износ материала экспериментальные образцы подвергали криогенной обработке, проводя ее на различных стадиях технологического процесса (таблица).

Режимы термической обработки экспериментальных образцов из стали Р6М5

| Номер партии образцов | Температура закалки, °С | Температура отпуска, °С | | | Стадия применения криогенной обработки | Твердость, HRC |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|--|----------------|
| | | I отпуск | II отпуск | III отпуск | | |
| 1 | 1200 | 200 | – | – | непосредственно после закалки | 63–64 |
| 2 | | 560 | – | – | | 64–65 |
| 3 | | 560 | 560 | – | | 64–65 |
| 4 | | 560 | 560 | 560 | | 64,5–65,5 |
| 5 | | 560 | 200 | – | после первого отпуска | 65–66 |
| 6 | | 560 | 560 | 560 | после второго отпуска | 64,5–65,5 |

Результаты исследования и их обсуждение. В результате испытаний экспериментальных образцов из быстрорежущей стали Р6М5 получено семейство кривых, отражающих поведение материала при воздействии на него пульсирующей контактной нагрузки амплитудой 1280МПа (рис. 2).

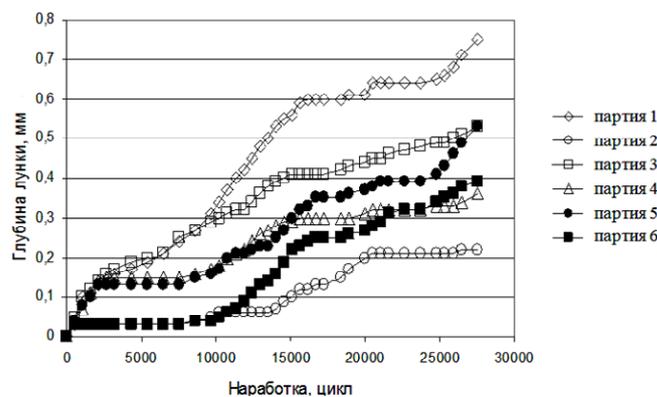


Рис. 3. Кривые, отражающие характер повреждения образцов в процессе контактного нагружения

Как видно из рис. 3, образцы партии 1, подвергшиеся криогенной обработке после закалки, а затем отпуску при температуре 200 °С, имеют минимальную контактную выносливость. В то же время образцы из партии 2, подвергшиеся аналогичной термической обработке, но с применением одного высокотемпературного отпуска 560 °С после криогенной обработки, показали самую высокую контактную выносливость. Это обусловлено тем, что в структуре 2 партии образцов присутствует максимальное количество легированного мартенсита и снижены внутренние напряжения в α -фазе за счет выделения мелкодисперсных вторичных карбидов из мартенсита, в процессе отпуска. В остальных партиях (3–6) стойкость оказалась ниже из-за уменьшения тетрагональности мартенсита, в результате проведения дополнительных отпусков при 560 °С (партия 3, 4) и значительного понижения степени легирования α -фазы, полученной в результате высоких отпусков, проведенных непосредственно после закалки (партия 5, 6). В этом случае выделение карбидной фазы из матрицы происходило более интенсивно в результате превращения остаточного аустенита.



Рис. 4. Микроструктура поверхностного слоя стали Р6М5, формирующаяся в процессе наклепа в результате контактной усталости (×100)

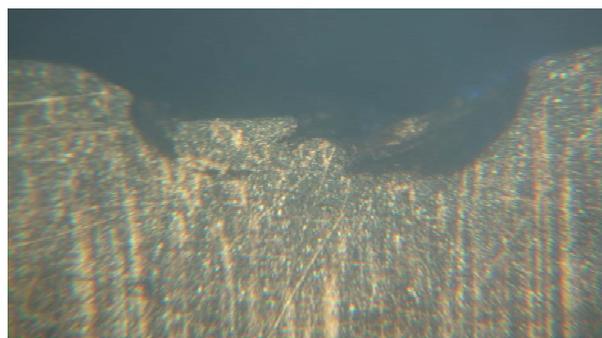


Рис. 5. Образование питтинга в поверхностном слое стали Р6М5, претерпевшем наклеп (×100)

Механизм разрушения поверхностного слоя образцов характеризуется трансформацией структуры, сопровождающейся изменением строчечности расположения карбидных частиц, унаследованной от текстуры исходной заготовки, в более равномерное распределение включений α -фазы (рис. 4). В процессе предельного накопления внутрикристаллических дефектов в области дна лунки возникают трещины, ведущие к образованию питтинга (рис. 5).

Отслоение «чешуек» металла освобождает более глубокие слои материала, что приводит к циклическому увеличению глубины лунки, отражаясь на характере полученных кривых (рис. 1, 2).

Заключение. Изучен механизм разрушения материала экспериментальных образцов из быстрорежущей стали Р6М5. Выявлены технологические режимы термической обработки, при которой достигается наибольшая контактная выносливость образцов. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наибольшей контактной прочностью обладают образцы, подверженные криогенной обработке и имеющие максимальную степень легированности мартенсита с избыточным содержанием карбидных частиц.

Литература

1. Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак. – Минск : Высш. шк., 1999. – 374 с.
2. Кенько, В. М. Комплексный учет факторов, определяющих стойкость холодновысадочной оснастки / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин // Кузнечно-штамповоч. пр-во. – 2006. – № 2. – С. 39–42.
3. Устройство испытания материалов на контактную усталость и износ : пат. Респ. Беларусь на полезную модель № 7093 / И. Н. Степанкин, В. М. Кенько, И. А. Панкратов ; заявитель УО «ГГТУ им. П. О. Сухого» ; заявка № u201000717 от 16.08.2010, МПК (2009) G 01N 3/00.

ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДИФфуЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

В. С. Максачев

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

Научный руководитель И. А. Панкратов

Введение. Современные технологии позволяют получать различные по своим функциональным возможностям упроченные слои. На свойства покрытий оказывает влияние метод и технология их получения. Одинаковые покрытия, полученные различными способами могут отличаться между собой по свойствам. Поэтому для определения наиболее соответствующих слоев функциональным задачам необходимо определять свойства экспериментально и с большой точностью. Одними из способов, позволяющими определить свойства покрытий являются методы определения динамической микротвердости с записью кривой «нагрузка – глубина внедрения» [1] и наноиндентирование [2]. В настоящее время в Беларуси, широко развиваются технологии позволяющие получать различные по своим свойствам диффузионные покрытия. В этих условиях актуальной становится разработка методик определения свойств диффузионных покрытий с использованием атомно-силовой микроскопии.

Материалы и методы исследования. Для определения упругих характеристик покрытий использовали наноизмерительный комплекс (атомно-силовой микроскоп) NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь). В качестве объекта исследований выбрана быстрорежущая сталь Р6М5 с диффузионным упрочнением поверхности. Диффузионное упрочнение поверхности проводили посредством науглероживания в твердом карбюризаторе.

При работе в динамическом режиме генератор генерирует сигнал для возбуждения колебаний пьезоактюатора. Частота колебаний выбирается соответствующей собственной резонансной частоте зонда. Колебания зонда возбуждаются приложе-

нием модулированного напряжения к пьезоактюатору. Модуль упругости определяют по скачкообразному изменению фаз колебаний пьезоактюатора. Изменение разности фаз пропорционально упругим характеристикам исследуемого материала [3]. Модуль упругости определяли на покрытиях на основе TiN и FeV, нанесенных на образцы из быстрорежущей стали Р6М5.

Результаты и их обсуждение. Применение изложенной выше методики позволило определить значение модуля упругости покрытий. Модуль Юнга покрытия на основе TiN составил 600 ГПа, что совпадает со справочными данными и показывает действенность метода. На рис. 1 показано трехмерное изображение поверхности диффузионных слоев на основе TiN и FeV, полученное и использованием динамического режима наноизмерительный комплекс (атомно-силовой микроскоп) NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь).

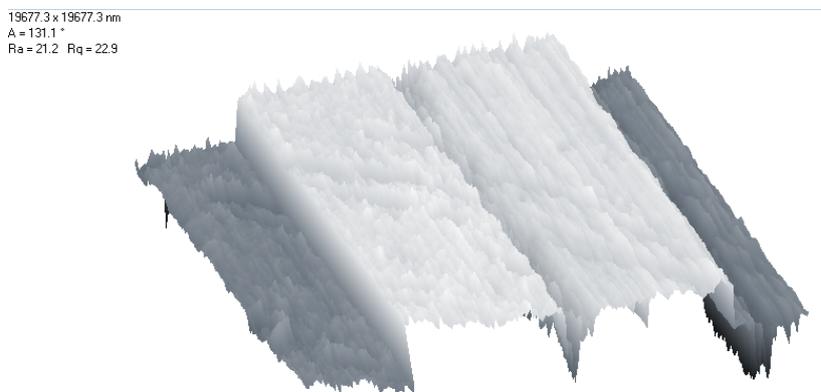


Рис. 1. Трехмерное изображение поверхности диффузионных слоев на основе TiN и FeV

На рис. 2 представлено графическое изображение фазового контраста слоев, на котором отчетливо виден скачек фазы колебаний пьезоактюатора.

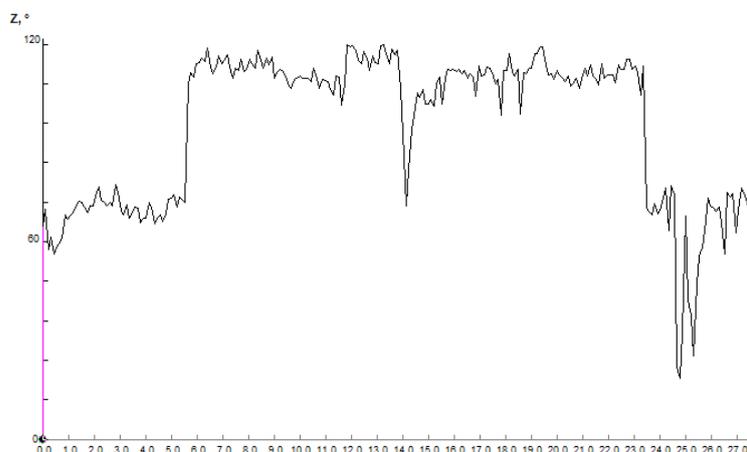


Рис. 2. Графическое изображение фазового контраста слоев

Исходя из того, что модуль упругости прямо пропорционален скачкообразному изменению фаз колебаний пьезоактюатора, получили следующую зависимость изме-

нения модуля упругости исследованных покрытий. Значения модуля упругости представлены на рис. 3.

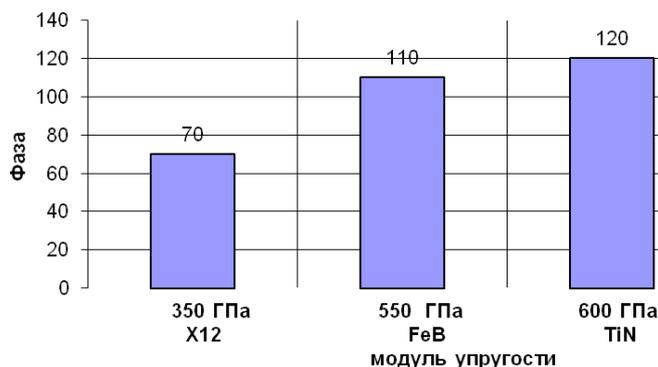


Рис. 3. Модуль упругости исследованных покрытий

Заключение. Показано, как с использованием атомно-силовой микроскопии определены модуль упругости покрытий на основе TiN и FeV и стали Р6М5. Модуль упругости покрытия на основе TiN составил порядка 600 ГПа, модуль упругости покрытия на основе FeV составил около 550 ГПа, стали Р6М5 – 350 ГПа, что близко к справочным значениям. Применение представленных методик не требует недоступного дорогостоящего зарубежного оборудования.

Литература

1. Бульчев, С. И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С. И. Бульчев, С. И. Алехин. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.
2. Fischer-Cripps A. C. Nanoindentation, 2nd Ed. – New York, Springer-Verlag, 2004. – 264 p.
3. Чижик, С. А. Трибомеханика прецизионного контакта (сканирующий зондовый анализ и компьютерное моделирование) : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. А. Чижик. – Гомель, 1998.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ КАРБИДНЫХ СЛОЕВ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Я. А. Ермаченко

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

Научный руководитель И. А. Панкратов

Введение. Традиционным способом получения сложнопрофильных гравюр чеканочного инструмента является электроэрозионная обработка. Эта технология обеспечивая высокую точность формируемой поверхности имеет один существенный недостаток. Электроискровое воздействие снижает локальную прочность материала [1]. Одним из действенных способов, позволяющих повысить локальную прочность металла, является горячее выдавливание профиля инструмента. При этом изменяется текстура металла поверхностных слоев, обеспечивается эквидистантное расположение карбидных строчек и устраняется причина зарождения начальных трещин – выход крупных карбидных частиц на поверхность металла [1]. Однако в результате применения данной технологии, в области наиболее тонких элементов

рисунка поковки искажается профиль гравюры. Точное воссоздание профиля гравюры имеет важное значение при изготовлении сложнопрофильных поверхностей чеканочного и высадочного инструмента. Это особенно актуально при производстве государственных наград и других элементов символики (рис. 1).

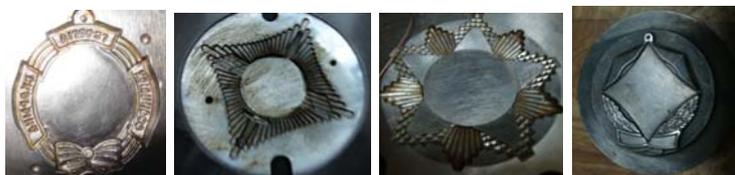


Рис. 1. Примеры гравюр чеканочных штампов элементов наградных изделий

Как видно из рис. 1, на котором представлены гравюры чеканочных штампов, их рабочие поверхности имеют многочисленные выступающие элементы, чередующиеся с тонкими канавками, являющимися естественными концентраторами напряжений. Изменение высокохудожественного изображения гравюры чеканочного штампа по технологическим соображениям невозможно. Наиболее точное воспроизведение рельефа рабочей поверхности инструмента обеспечивает применение холодного выдавливания рабочей полости [2]. Однако технология последующего упрочнения рабочей поверхности в ее традиционном применении – длительное термическое воздействие на рабочую поверхность приводит к искажению полученного профиля гравюры.

В работе исследовано влияние технологических режимов предварительной химико-термической обработки быстрорежущей стали Р6М5 на процесс формирования гравюры чеканочных штампов по предварительно упрочненному слою. Обеспечено эффективное упрочнение высоконагруженного инструмента за счет создания развитых диффузионных слоев, толщиной не менее 0,2 мм.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования выбрана быстрорежущая сталь Р6М5. Упрочнение рабочих поверхностей инструмента осуществляли посредством науглероживания, которое совмещали с полным и циклическим отжигом в течение 10 часов. Упрочняли одну из поверхностей экспериментальных кубических образцов. Исследование влияния технологических режимов диффузионного науглероживания на структуру поверхностного слоя осуществляли на сканирующем электронном микроскопе VEGA 11 LSH фирмы TESCAN (Чехия). Глубину упрочненного слоя определяли по распределению микротвердости, измеряемой на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 0,2 Н.

Сравнительную оценку технологической пластичности стали при холодном деформировании проводили на образцах кубической формы с размерами грани 5 мм при испытании на сжатие на машине INSTRON при скорости деформирования 1 мм/мин. Пластичность металла оценивали путем осадки кубического образца с регистрацией изменения из размеров по трем координатам. Внешнее сжимающее усилие прикладывали перпендикулярно упрочненной поверхности кубического образца.

Результаты и их обсуждение. Создание градиента концентрации углерода по глубине от формирующих поверхностей штампа позволяет получить поверхностный слой с переменным карбидным составом и с повышенным их содержанием на поверхности, что приводит к увеличению микротвердости поверхности до 3...3,5 ГПа, по сравнению с 2,5 ГПа в сердцевине (рис. 2).

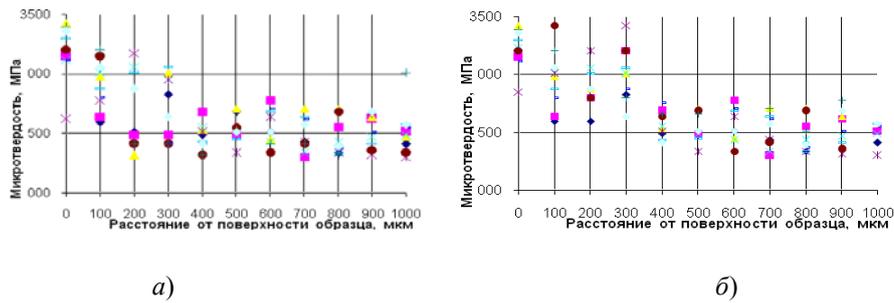


Рис. 2. Распределение микротвердости по глубине от поверхности образца после науглероживания: *а* – совмещенного с полным отжигом; *б* – совмещенного с циклическим отжигом

Наблюдаются существенные структурные различия между науглероженным слоем, полученным в процессе полного отжига и при циклическом отжиге. Структура науглероженного слоя, сформированного в процессе изотермической цементации, представляет собой композиционный материал, в котором первичные и вторичные карбидные частицы располагаются в металлической матрице, состоящей преимущественно из зернистого перлита (рис. 3, *а*). Глубина упрочненного слоя составляет 0,2...0,3 мм (рис. 2).

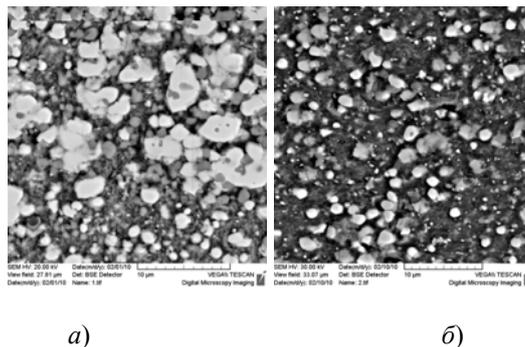


Рис. 3. Микроструктура слоя быстрорежущей стали Р6М5, сформированного при совмещении технологии науглероживания с полным (*а*) и циклическим (*б*) отжигом

При совмещении процесса науглероживания с циклическим отжигом образуется большое количество карбидов округлой формы размером не более 2 мкм, равномерно распределенных в материале матрицы – зернистом перлите (рис. 3, *б*). Мелкие равномерно распределенные карбиды не нарушают сплошности металла матрицы, в отличие от крупных включений, которые служат источником преждевременного зарождения микротрещин, образующихся в процессе холодного выдавливания гравюры штампа.

Сравнительный анализ технологической пластичности двух партий образцов показал, что при действии внешнего сжимающего напряжения порядка 2000 МПа деформация образцов, упрочненных в процессе полного отжига, до величины около 20 % протекает без образования видимых дефектов при постоянной нагрузке, которое можно назвать напряжением технологической пластичности ($\sigma_{пл}$) (рис. 4). При дальнейшем увеличении деформации 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 35 %.

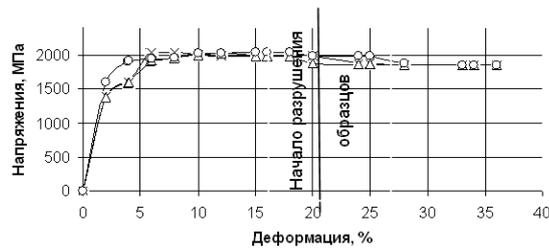


Рис. 4. Диаграмма сжатия образцов, сформированных при совмещении технологии науглероживания и полного отжига: \times – поперечные деформации вдоль оси OX ; Δ – поперечные деформации вдоль оси OY ; \circ – продольные деформации вдоль оси OZ

Осуществление науглероживания в процессе циклического отжига обеспечивает снижение величины напряжения технологической пластичности до 1100–1200 МПа. Образование структурных дефектов не наблюдается при деформации образцов до уровня 40–45 % (рис. 5), чему способствует более равномерное распределение напряжения в окрестностях мелких округлых карбидов. Многочисленные карбидные частицы округлой формы в процессе деформирования перемещаются в перлитной матрице, вызывая постепенное накопление внутрикристаллических дефектов, которые на первом этапе деформирования упрочняют материал, что проявляется на диаграмме сжатия приростом внешнего усилия.

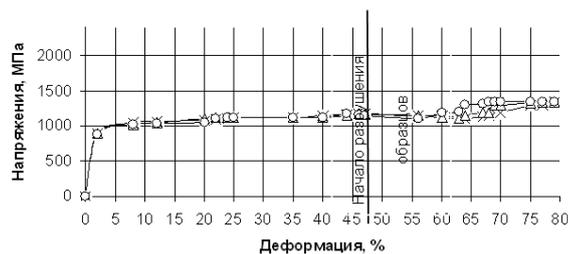


Рис. 5. Диаграмма сжатия образцов, сформированных при совмещении технологии науглероживания и циклического отжига: \times – поперечные деформации вдоль оси OX ; Δ – поперечные деформации вдоль оси OY ; \circ – продольные деформации вдоль оси OZ

Внедрение разработанной технологии формообразования гравюры инструмента в технологический процесс изготовления чеканочных штампов для государственных наград показало, что отличавшиеся низкой стойкостью штампы существенно увеличили наработку на отказ. Так, период эксплуатации штампа изготовления ордена «За службу Радзіме» составлял не более трех лет, в течение которого было изготовлено около 450 поковок. После внедрения новой технологии штампы для изготовления орденов «Францыск Георгій Скарына», «За службу Радзіме», «Дружбы Народов», «ПОЧЕТА» успешно эксплуатируются в течение более 6 лет без отказов.

Заключение. Рассмотрено влияние технологических режимов формирования науглероженных поверхностных слоев на структуру и технологическую пластичность быстрорежущей стали Р6М5 при ее деформировании в холодном состоянии. Показано, что науглероживание осуществляемое в сочетании с циклическим отжигом в сравнении с полным отжигом позволяет увеличить технологическую пластичность более чем в 2 раза. Значение напряжения технологической текучести при этом

снижается с 2000 до 1200 МПа, а технологическая пластичность возрастает с 20 до 45 %. Полученные результаты позволили разработать технологический процесс изготовления чеканочного инструмента со сложной формообразующей поверхностью путем холодного выдавливания на заготовках из быстрорежущей стали Р6М5 с предварительно упрочненной поверхностью, что обеспечило более чем двукратное увеличение стойкости инструмента для чеканки орденов: «Францыск Георгій Скарына», «За службу Радзіме», «Дружбы Народов», «ПОЧЕТА»

Литература

1. Кенько, В. М. Оптимизация технологии изготовления холодновысадочных матриц / В. М. Кенько, В. В. Пинчук, И. Н. Степанкин // Кузнечно-штамповоч. пр-во. – 1998. – № 11. – С. 22–24.
2. Бунатян, Г. В. Холодное выдавливание деталей формующей технологической оснастки / Г. В. Бунатян, В. А. Скуднов, А. И. Хыбеяги. – М. : Машиностроение, 1998. – 182 с. : ил.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РАДИАЦИОННОГО РЕКУПЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ПРОЧНОСТНОГО И АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. А. Ядренцев, И. А. Чуясов

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

Научный руководитель А. В. Ткаченко

Процессы плавки металлов в литейном производстве являются наиболее энергоемкими. Основная доля чугуна выплавляется в вагранках, имеющих термический КПД, не превышающий 40–45 %. Часть тепла топлива теряется с отходящими газами.

Одним из наиболее эффективных путей сокращения удельного расхода топлива является подогрев воздуха, необходимого для сжигания топлива в печи, за счет высокотемпературного тепла отходящих газов. При этом возврат тепла в печь достигает от 30...35 % (одноступенчатый подогрев) до 60...65 % – при двухступенчатом подогреве. При подогреве дутья на каждые 100 °С сокращение расхода кокса составляет 6...8 % от веса металлозавалки.

Наиболее эффективным типом рекуператора в условиях ваграночной плавки является радиационный щелевой: наименьшие отложения, достаточно высокий коэффициент теплоотдачи от газов, малое сопротивление и т. п. Для повышения КПД рекуператора можно использовать двухходовую схему противоток-противоток.

Для вагранки 12 т/ч с целью подогрева дутья за счет тепла отходящих газов до (300...350) °С разработан двухходовой рекуператор радиационного типа. Монтируется рекуператор в трубе вагранки над завалочным окном. Несущей конструкцией рекуператора является корпус вагранки. Внутри корпуса установлены соосно два концентрических цилиндра, которые образуют кольцевые каналы для движения воздуха. На основе теплового расчета высота рекуператора принята 13 м, ширины щелей принимаем 80 мм для первой «холодной» щели и 100 мм – для второй «горячей» щели.

По схеме движения воздуха и дымовых газов выбираем противоток. Воздух в «горячей» щели движется сверху-вниз, а в «холодной» – снизу-вверх. Это означает, что необходимо разработать конструкцию рекуператора так, чтобы холодный воздух подавался в нижней части, затем в верхней части воздух поворачивался на 180° и двигался вниз, где будет собираться и направляться к вагранке.

Так как внешним, несущим корпусом рекуператора является труба вагранки, а каналы для движения воздуха расположены внутри, то для равномерной подачи воз-

духа к «холодной» щели и равномерного отвода от «горячей» необходимо сделать кольцевые коллекторы по периметру щели.

Конструкция рекуператора такова, что внутри рекуператора для подводящих и отводящих воздух коллекторов места нет, поэтому коллекторы, конструктивно будем располагать снаружи по периметру трубы вагранки. Для того, чтобы организовать подачу воздуха из коллектора в щель необходимо сделать прорезы в корпусе вагранки. Но так как корпус вагранки является несущим всю конструкцию рекуператора, то размеры прорезей не могут быть большими, чтобы не ослаблять сечение трубы вагранки, но в тоже время они должны быть достаточно большими, чтобы не создавать большого гидравлического сопротивления для движения воздуха.

Для определения оптимального соотношения размеров прорезей и прочности корпуса рекуператора (трубы вагранки) провели моделирование с применением программ COSMOSWorks и COSMOSFloWorks.

Схема приложения нагрузок для расчета прочности трубы вагранки представлена на рис. 1.

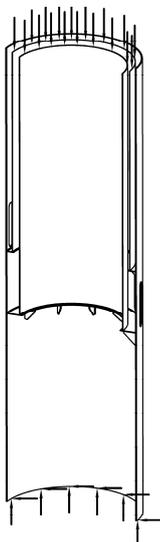


Рис. 1. Схема приложения нагрузок для прочностного расчета

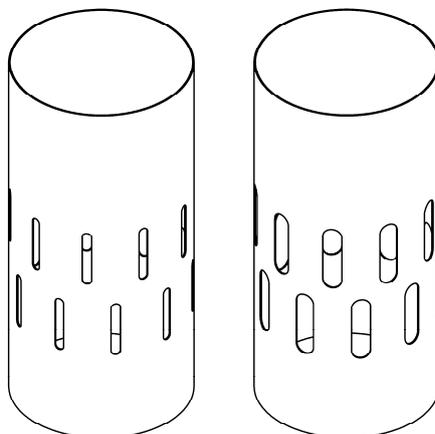


Рис. 2. Схема расположения прорезей для расчета прочности корпуса вагранки

Моделирование проводили для ширины прорезей в диапазоне от 100 до 350 мм, высоту прорезей принимали из конструктивных соображений и равную 650 мм.

Схема расположения прорезей для расчета прочности корпуса вагранки представлена на рис. 2.

Результаты моделирования представлены на рис. 3 и 4.

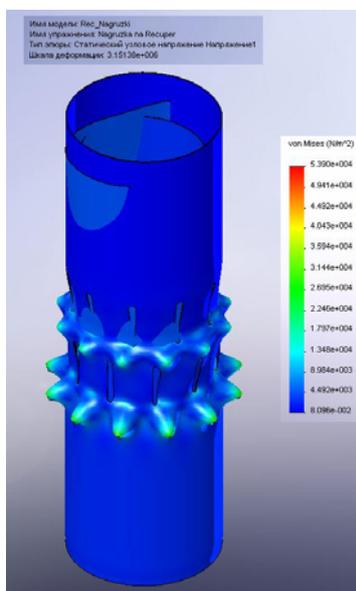


Рис. 3. Статическое напряжение в корпусе рекуператора

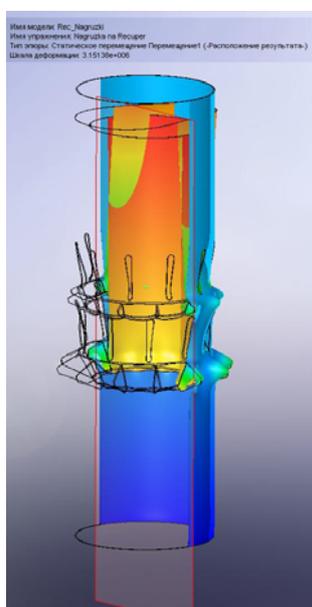


Рис. 4. Статическое перемещение корпуса рекуператора (сечение)

На основании моделирования были определены оптимальные размеры прорезей для подачи воздуха в кольцевые каналы рекуператора. На рис. 5 представлена схема расположения прорезей для подачи воздуха в рекуператор.

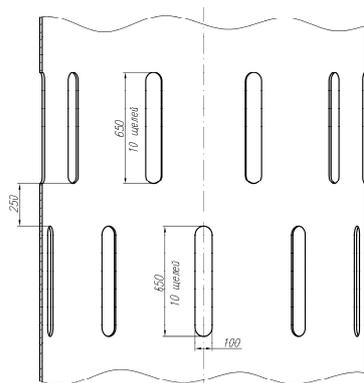


Рис. 5. Схема расположения прорезей для подачи воздуха в рекуператор

Для определения траектории движения воздуха в рекуператоре провели аэродинамическое моделирование. Моделирование проводили для движения воздуха и дымовых газов в рекуператоре.

Схема движения потоков в нижней части гладкого рекуператора представлена на рис. 6.

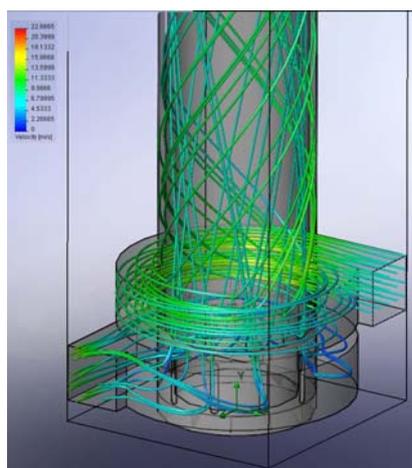


Рис. 6. Схема движения воздуха в нижней части гладкого рекуператора

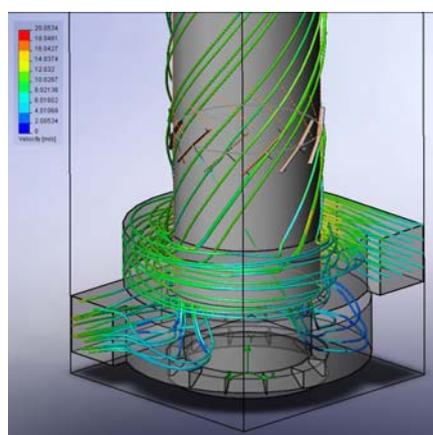


Рис. 7. Схема движения воздуха в первой щели рекуператора с наклонными ребрами

Как показали результаты моделирования в гладком рекуператоре, воздух движется по закрученной спиралеобразной траектории. При этом угол закручивания составляет примерно 30° к вертикальной оси рекуператора. На следующем этапе моделирования установили в рекуператоре наклонные ребра с углом наклона 45° (рис. 7). Как и следовало ожидать, поток движется наклонно под этим же углом.

На основании проведенного моделирования, в конструкции рекуператора принимаем наклонные ребра, расположенные под углом 45° . Это позволит также получить более высокую температуру подогрева дутьевого воздуха за счет более длительного нахождения воздуха в рекуператоре.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЫСТРОЗАКАЛЕННОГО СПЛАВА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ОТЖИГА

Т. С. Мельник, Е. С. Володькина

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

Научный руководитель С. Н. Целуева

Аморфные металлические сплавы – новый класс материалов, представляющих собой одну из последних инноваций XX в. Важной характеристикой аморфных сплавов является устойчивость их структуры и механических свойств по отношению к различным термическим воздействиям. Ограничения, связанные с практическим применением быстрозакаленных материалов, часто обусловлены нежелательными структурными изменениями при переходе в результате нагрева из аморфного в стабильное кристаллическое состояние. Поэтому с практической точки зрения интересно определение температурных интервалов стабильности механических свойств аморфных материалов.

Методика получения волокон и проведения исследований. В качестве исходных материалов для получения аморфных металлических лент в процессе высокоскоростной закалки расплава использовались прецизионные сплавы на железной основе следующего состава: Fe–Ni–Co–Cr–Mo–B–Si.

Получение быстрозакаленных лент из аморфизируемых сплавов осуществлялось на экспериментальной установке для спиннингования металлического расплава. После реализации процессов быстрой закалки металлического расплава изучали структуру, физико-химические и механические свойства быстрозакаленных изделий в исходном состоянии и после изотермического отжига, который был выполнен для двух разнотолщинных лент при температурах кристаллизации. Время отжига менялось с целью последующей оценки кинетики кристаллизации аморфного материала. Изотермический отжиг образцов выполнялся в вакуумной электропечи СНВ-1.31 при скорости набора температуры $5^\circ/\text{мин}$. Степень вакуумирования – $1,33 \cdot 10^{-4}$ Па. Время отжига при фиксируемой температуре составляло 30 мин. Рентгеноструктурный и рентгенофазный анализы выполнены на дифрактометре ДРОН-3 в монохроматическом CoK_α излучении.

Исследование физико-механических свойств быстрозакаленного сплава на железной основе в процессе изотермического отжига. При исследовании характера изменения микроструктуры исследуемого сплава в процессе кристаллизации аморфной фазы методом оптической микроскопии, было выявлено, что в медленно закаленном материале на конечных этапах кристаллизации наблюдаемое число обра-

зовавшихся кристаллов велико, их размеры относительно небольшие, и, напротив, в быстро закаленном материале образовавшихся кристаллов заметно меньше, а их размеры – большие. Методами рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов оценено содержание кристаллической фазы и особенности кристаллизующихся фаз на различных этапах изотермического отжига быстрозакаленных лент.

На ранних стадиях изотермического отжига быстрозакаленных лент при температуре кристаллизации идет увеличение общего количества ограниченных твердых растворов Fe–Mo, Fe–B, Fe–Si, Ni–Cr и непрерывных твердых растворов аустенитного класса Fe–Ni, Fe–Co, Fe–Cr. Кинетика их роста соответствует значениям n от ~ 2 до ~ 3 в уравнении Джонсона–Мела–Автами (ДМА), что свидетельствует [1] о первичной гетерогенной кристаллизации за счет роста с постоянной скоростью присутствующих в аморфной матрице закалочных зародышей. Появление интерметаллидных σ -фазы (FeCr), λ -фазы (FeCrMo), борида Fe_2B происходит примерно через 10 минут отжига, тогда как бориды Ni_2B , Co_2B , силицид FeSi начинают формироваться лишь через 15...20 мин. Дальнейший рост химических соединений идет практически с постоянными скоростями, что позволяет утверждать о преобладающем эвтектическом характере процесса их формирования. В целом для образцов, закаленных с разной скоростью, в кинетике формирования кристаллических фаз имеются определенные отличия. Общая кинетика роста для быстрее и менее закаленного сплава описывается уравнением Д–М–А с показателем роста 2,31 и 1,98 соответственно. Согласно установившемуся мнению [1], все вышесказанное свидетельствует о наличии в медленнее закаленном материале существенно большего количества исходных закалочных зародышей.

Изотермический отжиг изменяет структуру аморфного сплава, что отражается на его механических характеристиках (рис. 1).

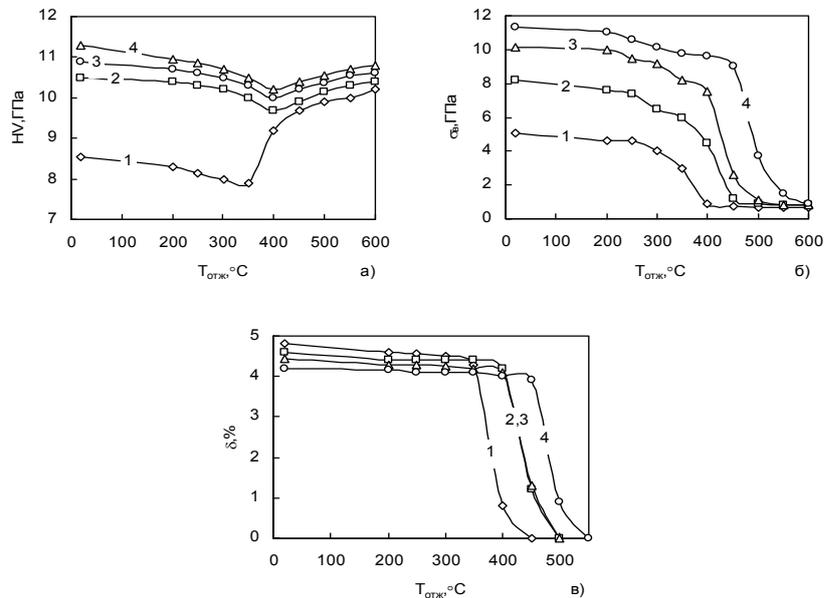


Рис. 1. Зависимость микротвердости HV (а), предела прочности σ_b (б) и относительного удлинения δ (в) быстрозакаленных образцов различной толщины h от температуры $T_{отж}$ изотермического отжига:
 1 – $h = 56$ мкм; 2 – $h = 51$ мкм; 3 – $h = 47$ мкм; 4 – $h = 42$ мкм

Структурные изменения, вызванные низкотемпературным ($T_{отж} < T_{кр}$) отжигом быстрозакаленных образцов, связаны с атомными перестройками без диффузии на значительные расстояния с сохранением микроскопически аморфного состояния материала, в связи с чем на зависимостях механических свойств от температуры отжига (рис. 1) вплоть до $T_{отж} = 350...400$ °С микротвердость и предел прочности образцов плавно снижаются по мере релаксации неравновесной структуры сплава, а пластичность остается практически постоянной. В интервале низкотемпературного отжига образцы наследуют свойства исходного быстрозакаленного сплава.

С увеличением температуры изотермического отжига ($T_{отж} \geq T_{кр}$) развивается кристаллизация аморфной фазы, что приводит к катастрофическому падению пластичности и прочности и некоторому росту микротвердости сплава.

В исходном быстрозакаленном состоянии ($T_{отж} = 20$ °С) с увеличением скорости закалки из расплава прочность и твердость исследуемого сплава существенно увеличиваются, а пластичность незначительно снижается. Очевидно, что указанные различия в механических свойствах лент обусловлены структурными изменениями в строении сплава, связанными с различными условиями получения быстрозакаленных образцов.

Зависимость температуры кристаллизации, оцененной по температуре начала экзотермического эффекта, от толщины быстрозакаленных лент (рис. 2) свидетельствует, что термическая стабильность аморфной структуры увеличивается с ростом скорости закалки расплава, которая применительно к процессу спиннингования обратно пропорциональна квадрату толщины образца [2].

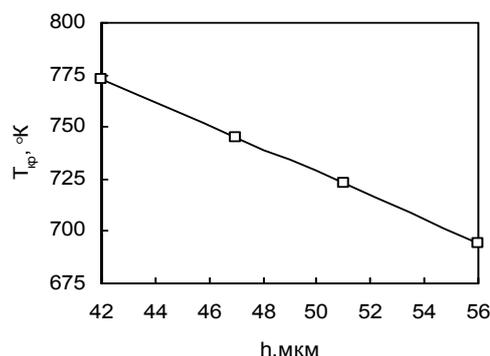


Рис. 2. Зависимость температуры $T_{кр}$ кристаллизации аморфного сплава от толщины h быстрозакаленных образцов

Увеличение температур кристаллизации при ДТА с ростом скорости закалки из расплава свидетельствуют о наличии в строении их материала определенных отличий, повлекших за собой возрастание термической стабильности аморфной структуры.

Оценивая результаты ДТА образцов сплавов, закаленных с разной скоростью, в процессе изотермического отжига, можно видеть, что материалы обладают высокой температурной стабильностью вплоть до температуры 400...500 °С. При данной температуре имеет место резкое падение удельного электросопротивления ρ . Изменение ρ зависит от природы сплава. Непрерывные твердые растворы (системы Fe–Ni, Fe–Co, Fe–Cr) и ограниченные твердые растворы (системы Fe–Mo, Fe–B, Fe–Si, Ni–Cr) отражают в полном соответствии с характером диаграмм состояние закономерности изменения электрических свойств. Предел прочности сплавов также подвержен изменению с ростом температуры отжига (рис. 1, б). По мере повышения температуры, независимо от скорости охлаждения расплава, имеет место постепенное уменьшение σ_b , однако

степень разупрочнения сплава различна в зависимости от условий получения, превращений в твердом состоянии, фазового строения. Сохранение прочности химической связи между разнородными атомами в сплаве обеспечивает стабильность прочности сплава при высоких температурах. Достижение температуры кристаллизации ведет к резкому падению прочности сплава, независимо от условий его получения, в то время как микротвердость H_{μ} при тех же температурах начинает расти, что связано, по нашему мнению, со структурными изменениями сплава в процессе нагрева.

Таким образом, зависимости микротвердости, предела прочности и относительного удлинения разнотолщинных быстрозакаленных лент от температуры $T_{отж}$ изотермического отжига показывают, что существенными факторами для механических характеристик исследуемого сплава являются как сама температура отжига, так и скорость закалки образцов из расплава. Путем разумного увеличения скорости закалки из расплава возможно снижение количества закалочных зародышей в аморфном сплаве, что обеспечивает его повышенную термическую стабильность структуры и прочностные характеристики.

Литература

1. Метастабильные и неравновесные сплавы / Ю. В. Ефимов [и др.] ; под ред. Ю. В. Ефимова. – М. : Металлургия, 1988. – 383 с.
2. Судзуки, К. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото ; под ред. Ц. Масумото ; пер. с япон. – М. : Металлургия, 1987. – 328 с.

АТТРИТОРНОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ИЗ РАСПЛАВА ВОЛОКОН

К. О. Тарас

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

Научный руководитель С. Н. Целуева

Аморфные металлические сплавы – это системы, в которых отсутствует дальний порядок в расположении атомов и которые обладают идеальной атомной, структурной и фазовой однородностью. Эти особенности определяют характерный только для аморфных сплавов комплекс физических, механических и химических свойств. В сравнении с кристаллическими материалами аморфные металлические сплавы отличаются уникальным сочетанием высоких механических и физико-химических характеристик, обладают особыми магнитными свойствами, которые связаны с их аморфной структурой.

Методика получения волокон и проведения их аттриторного диспергирования. В качестве исходных материалов для получения аморфных металлических лент в процессе высокоскоростной закалки расплава использовались прецизионные сплавы на железной основе следующего состава: Fe–Ni–Co–Cr–Mo–В.

Получение быстрозакаленных лент из аморфизируемых сплавов осуществлялось на экспериментальной установке для спиннингования металлического расплава. Аттриторная обработка материала осуществлялась в лабораторном аттриторе с вертикальной осью вращения импеллера.

Исследование закономерностей процесса аттриторного диспергирования быстрозакаленных волокон. Процесс получения металлических порошковых композиций, их качество и геометрические размеры находятся в непосредственной зависимости от технологических характеристик процесса размолта и свойств размалываемого

материала. Для установления рациональных режимов получения порошковых композиций проводили исследования атриторного диспергирования металлических волокон при различных технологических параметрах. Поскольку быстрозакаленные волокна обладают достаточно высокими механическими характеристиками, то оптимальным является сочетание пластического и ударного механизмов разрушения. Установлено, что на эффективность измельчения влияет размер мелющих тел, от которого зависят количество и интенсивность ударов в единицу времени, а также число точек соприкосновения между мелющими телами. Результаты исследований показали, что наиболее оптимальным является сочетание размольных тел различного размера.

На рис. 1 представлена зависимость процентного содержания фракции порошка менее 100 мкм от количества загружаемого материала. Наибольшее процентное содержание фракции менее 100 мкм достигается при соотношении между количеством материала и размольных тел в пределах 0,18...0,22. На рис. 2 представлена кинетика измельчения волокон. Для начала хрупкого разрушения необходимо затратить некоторое количество энергии, расходуемой на пластическую и упругую деформации.

Наиболее эффективный размол происходит на начальном этапе. При увеличении времени скорость размола уменьшается, что связано с приданием частицам порошка сферообразной формы и их наклепом. Процесс измельчения волокна, подвергнутого охрупчивающему отжигу, отличается большей эффективностью по сравнению с нетермообработанным, что объясняется повышенной хрупкостью отожженных волокон. Вместе с тем, такой порошок имеет повышенное содержание кислорода и окислов. При измельчении волокна в жидкости размол идет интенсивнее, чем при сухом размоле.

Атриторная обработка волокнистых дисперсий может рассматриваться как одна из наиболее эффективных форм интенсивного термомодеформационного воздействия на материал. При атриторной обработке, наряду с изменением удельной поверхности порошка, происходит существенное изменение строения обрабатываемого материала – интенсивный рост дефектов кристаллической структуры материала вплоть до полной его аморфизации; реализация различных механо-химических реакций, сопровождающихся образованием новых, как устойчивых, так и метастабильных, фаз; развитие релаксационных процессов, обусловленных распределением температурных полей в микрообъемах вещества при атриторной обработке. Данные факторы определяют степень конечной аккумуляции материалом энергии термомодеформационного воздействия, степень химической активности вещества, уровень стабильности его составляющих.

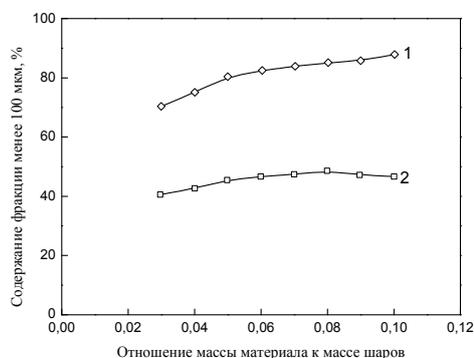


Рис. 1. Зависимость процентного содержания фракции порошка менее 100 мкм от количества загружаемого материала:

- 1 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta t = 2,5 \cdot 10^5$ °K/c;
 2 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta t = 4 \cdot 10^5$ °K/c

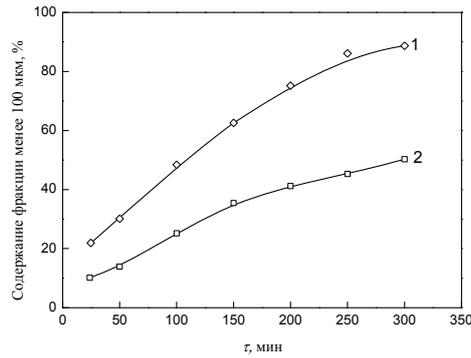


Рис. 2. Кинетика измельчения быстрозакаленных лент в центробежном атриторе:
 τ – время измельчения;
 1 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta\tau = 2,5 \cdot 10^5$ °K/c;
 2 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta\tau = 4 \cdot 10^5$ °K/c

Кинетика изменения удельной полезной мощности P_n при обработке аморфизированного материала, закаленного из расплава при разных скоростях охлаждения, представлена на рис. 3.

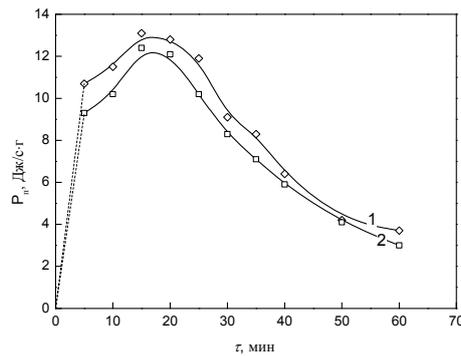


Рис. 3. Кинетика изменения удельной полезной мощности при атриторной обработке аморфизированной ленты сплава Fe–Ni–Mo–Cr–Co–В:
 1 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta\tau = 2,5 \cdot 10^5$ °K/c;
 2 – скорость охлаждения при закалке расплава $\Delta T/\Delta\tau = 4 \cdot 10^5$ °K/c

Для исследуемого сплава основные процессы эволюции его строения реализуются в интервале 5...30 мин. На этом этапе идет наиболее интенсивное поглощение энергии термодформационного воздействия, и происходят основные процессы перестройки строения вещества, определяющие его структуру и свойства. В дальнейшем уровень удельной полезной мощности резко падает, что свидетельствует о выходе процесса атриторной обработки для данного сплава на заключительную стадию, когда превалируют релаксационные явления. Рентгеноструктурный анализ материала, подвергнутого термодформационному воздействию при его атриторной обработке, показал, что последний сохранил свое аморфное состояние, и все изменения в его строении, сопровождающиеся поглощением энергии, произошли, очевидно, на уровне кластеров.

Кинетика процесса перехода кристаллической составляющей сплава системы Fe–Ni–Mo–Cr–Co–В в аморфное состояние при его атриторной обработке по мере

аккумуляции им энергии деформации заключается в том, что основным механизмом пластической деформации металлов и сплавов при атриторной обработке является генерация и движение дислокаций. Интенсивная пластическая деформация при данной обработке захватывает весь объем металла, что ведет к росту плотности дислокаций в сплаве до уровня $10^{12} \dots 10^{14} \text{ см}^{-2}$, что означает переход материала из кристаллического состояния в аморфное. В процессе аккумуляции энергии сплавом при атриторной обработке зерна становятся более дисперсными, исчезает выраженная их ориентация, свойственная литым структурам, снижается объем пор, происходит частичное снятие внутренних напряжений. В дальнейшем кристаллическая фаза переходит в аморфную, при этом материал обладает пониженным химическим потенциалом, и образцы не реагируют на традиционные химические реактивы. Поглощение энергии пластической деформации сплавом на начальной стадии процесса сопровождается ростом микротвердости его аморфной составляющей. Максимуму микротвердости имеет место в интервале значений $E_d = 10 \dots 20 \text{ кДж/г}$, которое аккумулируется, как правило, через 15...20 мин атриторной обработки. В этом временном интервале имеет место и максимум удельной полезной мощности атриторной обработки (рис. 3).

Данные изменения сохраняются в определенной степени при отжиге сплава до момента начала его кристаллизации, оказывая существенное влияние на момент начала кристаллизации, экзотермический эффект, энергию активации и кинетику протекания процесса. В конечном итоге это ведет к росту термической стабильности сплава. Данный момент имеет особую значимость, так как определяет технологичность материала.

Заключение

1. Установлено, что при атриторном диспергировании быстрозакаленных из расплава волокон наибольшее процентное содержание фракции менее 100 мкм достигается при соотношении между количеством материала и размольных тел в пределах 0,18...0,22. Из кинетической кривой измельчения следует, что начальный период отмечается повышением его кривой скорости и достигает максимума в момент хрупкоупругого состояния частиц порошка вследствие их наклепа после интенсивной пластической деформации, после чего становится возможным хрупкое разрушение.

2. Анализ кинетики измельчения удельной полезной мощности P_n при обработке аморфизированного материала, показал, что основные процессы эволюции его строения реализуются в интервале 5...30 мин, когда идет наиболее интенсивное поглощение энергии термодформационного воздействия и происходят основные процессы перестройки строения вещества, определяющие его структуру и свойства.

3. Установлено, что кинетика процесса перехода кристаллической составляющей сплава системы Fe–Ni–Co–Cr–Mo–В в аморфное состояние при его атриторной обработке по мере аккумуляции им энергии деформации заключается в генерации и движении дислокаций, плотность которых достигает критического уровня $10^{12} \dots 10^{14} \text{ см}^{-2}$ с последующим исчезновением дальнего порядка.

4. Атриторная обработка материалов с метастабильной структурой позволяет проводить формообразование полуфабрикатов при сохранении ранее полученного микрокристаллического или аморфного строения вещества, направленно формировать оптимальную неравновесную структуру материала путем реализации прогнозируемых структурных и фазовых превращений, создавая новые композиции с высокой температурной стабильностью.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛОЧИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. М. Зуевич

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Проектирование маршрута волочения предполагает выбор волочильного оборудования, промежуточных термообработок, определение технологических режимов изготовления волочением стальной проволоки с заданным диаметром из проволочной заготовки-катанки с заданным диаметром и содержанием углерода.

Для предварительного определения типов волочильных станов, анализируются величины заданного диаметра заготовки d_0 и конечного диаметра получаемой проволоки d_k . Анализ основан на технологических возможностях разных типов волочильных станов. Технологические возможности волочильных станов заключаются в том, что определенные диапазоны диаметров проволоки способны обрабатываться на определенных типах волочильных станов. Это связано с соответствием конструктивных и кинематических особенностей волочильного стана прочности и жесткости протягиваемой проволоки.

Окончательный выбор последовательности используемых типов волочильных станов зависит от рационального использования, имеющегося в распоряжении парка волочильных станов. Рациональный выбор определяется наиболее полным использованием ресурсов волочильных станов, т. е. кинематические возможности станов должны использоваться так, чтобы эти станы работали без недогрузки и перегрузки. Количество станов при этом должно быть минимальным для сокращения технологических пауз. Поэтому анализируются все возможные варианты предварительных последовательностей типов волочильных станов, в соответствии с нижеприведенной методикой и выбирается для дальнейшего расчета один более рациональный.

Для определения количества переделов вначале определяют номинальную суммарную вытяжку за полный цикл волочения:

$$\mu\Sigma = \frac{d_0^2}{d_k^2}, \quad (1)$$

где d_k – конечный диаметр готовой проволоки; d_0 – диаметр проволочной заготовки.

Если полученное значение $\mu\Sigma$ меньше 40, то принимается минимум один передел (больше можно, но это не рационально).

Если полученное значение $\mu\Sigma$ больше 40, то минимальное количество переделов определяется по формуле

$$n_{\min} = 1 + \frac{\mu\Sigma}{40 \cdot 20}. \quad (2)$$

Полученное значение n_{\min} необходимо округлить до большего целого числа.

В одном переделе волочения могут участвовать один или несколько (обычно до двух) волочильных станов, предпочтительно одного типа.

Количество переделов может быть изменено далее после точного расчета вытяжки на последнем переделе и возможного изменения вытяжек на первых переделах.

Основной задачей проектирования процесса волочения является получение требуемого конечного диаметра проволоки с заданным значением предела прочности проволоки. Эти параметры должны обеспечиваться на последнем переделе волочения, если используется несколько переделов волочения или на одном переделе, если используется только он один.

Обычно, для повышения эффективности волочения, каждый передел совмещают с одним волочильным станом. Но это совмещение не обязательно, если имеются конструктивные ограничения у волочильного оборудования и для достижения требуемой прочности проволоки на переделе могут использоваться несколько волочильных станов.

Вначале определяется предварительный начальный диаметр проволоки для последнего k -го стана:

$$d_0^k = \frac{\sigma_b^2 \cdot d_1^k}{(10(100 \cdot c - 6 \cdot d_1^k + A))^2}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где σ_b – предел прочности готовой проволоки, МПа; c – содержание углерода в металле проволоки в относительных единицах; A – коэффициент, учитывающий вид термообработки заготовки под волочение.

Предел прочности металла заготовки для последнего стана (передела):

$$\sigma_{b0}^k = 10(100 \cdot c - d_0^k + A), \text{ МПа}. \quad (4)$$

Далее определяется суммарная вытяжка на последнем переделе:

$$\mu\Sigma_k = \frac{(d_0^k + \Delta_0^k)^2}{(d_1^k - \Delta_1^k)^2}, \quad (5)$$

где Δ_0^k, Δ_1^k – допуски на размеры d_0^k и d_1^k , определяемые как 1,5 % от номинального диаметра с округлением до тысячных долей единицы (например, 0,0194 округляется до 0,019; 0,0196 – до 0,02).

Величина $\mu\Sigma_k$ не должна превышать 40...42, иначе проволока потеряет требуемую пластичность в конце волочения. Если это условие не выполняется, то принимается другое значение коэффициента A с пересчетом формул (3)–(5). Если это изменение не дало результата, то выбирается другое значение σ_b из диапазона для заданной стали.

На основе значения $\mu\Sigma_k$ выбирается вид последнего волочильного стана по ниже приводимым рекомендациям.

В соответствии с вариантом последовательности станов подбираются номинальные суммарные вытяжки $\mu\Sigma'_1, \mu\Sigma'_2, \dots, \mu\Sigma'_{k-1}$ для первых или перетяжных станов достижением равенства:

$$\mu\Sigma = \mu\Sigma'_1 \cdot \mu\Sigma'_2 \dots \mu\Sigma'_{k-1} \cdot \mu\Sigma'_k, \quad (6)$$

где $\mu\Sigma'_k = \frac{(d_0^k)^2}{(d_1^k)^2}$ – номинальная суммарная вытяжка на последнем переделе.

Величины $\mu\Sigma'_m$, где m – порядковый номер стана, $m = 1, 2, \dots, (k-1)$ для выполнения равенства (6) произвольно выбираются из приложений 1, 2 и 3 как значения суммарных кинематических вытяжек $\mu\Sigma_m^n$ соответствующих волочильных станов, принятых в варианте последовательности типов волочильных станов. Для выполнения равенства (6) номинальные суммарные кинематические вытяжки магазинных, прямоточных и петлевых волочильных станов можно изменять в пределах $\pm 20\%$, а для станов со скольжением – в меньшую сторону до $-20\dots 25\%$. Рациональный выбор станов определяется минимальным значением указанных отклонений. В исключительных случаях указанные отклонения можно увеличить, но это снизит загрузку оборудования или перегрузит его. Если величины номинальных суммарных вытяжек определенных типов волочильных станов не позволяют получить равенство (6), то можно вводить дополнительный стан к выбранным станам, например, принимать два стана типа *A* (стан работает по принципу накопления витков проволоки на промежуточных тяговых барабанах) или два стана типа *B* (стан работает по принципу регулирования скоростей промежуточных тяговых барабанов). При этом необходимо соблюдать условие соответствия волочения определенных величин диаметров проволоки определенным типам волочильных станов в п. 2.1.

Волочильные станы, средние кинематические вытяжки которых выбраны, принимаются к дальнейшему расчету.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПРОВОЛОКИ В ПРОЦЕССЕ СВИВКИ МЕТАЛЛОКОРДА

С. В. Авсейков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Свивка металлокорда из тонкой латунированной проволоки является заключительным технологическим этапом металлургического производства металлокорда. На этом этапе проявляются несоответствия техническим условиям предшествующих технологических этапов изготовления металлокорда. Проявления несоответствий выражается в виде снижения технологичности свивки. Одним из основных количественных параметров технологичности свивки является удельная обрывность проволок при их свивке в металлокорд. Обрывность проволок возникает на участках проволоки, на которых имеются источники возникновения обрывов, т. е. дефекты или концентраторы напряжений. Источники дефектов при полном соответствии всего технологического процесса техническим условиям должны отсутствовать или присутствовать в допустимых пределах появления случайных несоответствий. При увеличении числа несоответствий техпроцесса увеличивается и удельная обрывность. Повышенная удельная обрывность металлокорда снижает производительность процесса свивки, снижает качество металлокорда. В этой связи возникает необходимость в определении условий свивки, при которых удельная обрывность металлокорда минимальна и несоответствия техпроцесса предшествующих этапов проявляются при свивке минимально.

В связи с высокой степенью сложности схемы деформации проволок при свивке использовано численное моделирование с помощью конечно-элементного анализа, признанного в современном моделировании как самое эффективное.

Экспериментальное определение параметров напряженно-деформированного состояния проволоки при свивке в металлокорд чрезвычайно затруднено. Альтерна-

тивным является численное моделирование процесса, которое позволяет объяснить основные особенности процесса и детально исследовать свойства проволоки в процессе свивки. Математическое моделирование процесса свивки требует учета нелинейности как деформационной, так и геометрической, скоростей деформации и контактного взаимодействия между проволоками.

Модель материала. Принимается упругопластическая модель Мизеса – модель пластичности с пределом текучести в виде мультипликативной зависимости, включающая деформационное пластическое упрочнение и эффект Боушингера [8]:

$$\sigma_{\varepsilon}(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p, T) = [A + B(\varepsilon_p)^n] \left[1 + C \ln \left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_0} \right) \right] [1 - T_{\text{отн}}], \quad (1)$$

где σ_{ε} – напряжения текучести, МПа; ε_p – пластическая деформация; $\dot{\varepsilon}_p$ – интенсивность пластических деформаций; $T_{\text{отн}}$ – относительная температура, отнесенная к температуре плавления $T_{\text{пл}}$.

Так как процесс принят изотермическим, то $T_{\text{отн}} = 0$.

Материал проволоки принят однородным. В дальнейших расчетах будет использоваться материал стали исследуемых кордов (упругие постоянные: модуль упругости E (ГПа), коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$; пластические: A (МПа), B (МПа), n , $\dot{\varepsilon}_0$, C , которые определяются при испытании образцов материала на осевое растяжение.

При повышении скорости деформации растет неравномерность напряженного и деформированного состояния, что приводит к локализации деформации и разрушению проволоки [10]. С возрастанием скорости деформации возрастает доля упругих деформаций, но при этом уменьшается запас пластичности [11]. В связи с этим определение коэффициента C в зависимости (1) позволит в полной мере учесть интенсивность деформаций в процессе свивки.

Для решения поставленной задачи объемного деформирования проволоки была проведена серия испытаний на осевое растяжение согласно [4] для определения неизвестных параметров модели материала исследуемой проволоки.

Геометрическая модель процесса свивки. Напряженно-деформированное состояние объема V проволоки рассматривается в трехмерной постановке. На рис. 1 изображены область проволоки и граничные условия. В направлении оси Z проволока имеет длину во много преувеличивающую очаг деформации, поэтому за очаг деформации (основной участок концентрации НДС) принимаем, фрагмент проволоки равный шагу металлокорда. Пространственная постановка задачи допускает движения свиваемых проволок в процессе свивки вдоль оси металлокорда, что соответствует реальным условиям свивки.

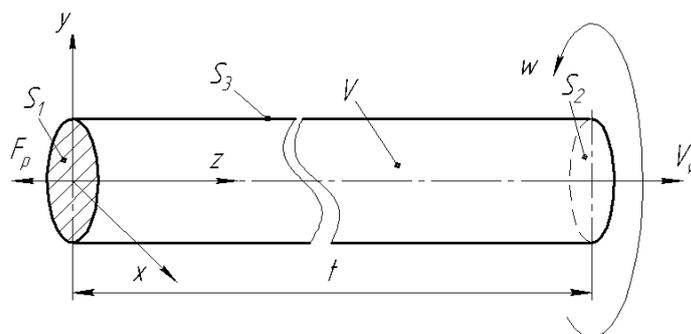


Рис. 1. Геометрия задачи и граничные условия

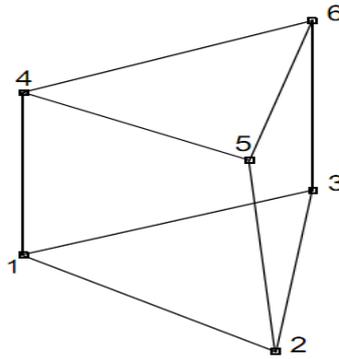


Рис. 2. Тип расчетного конечного элемента

Предположим, что КЭ модель проволоки V своей правой частью ограничена и прикреплена к поверхности S_2 с заданными на ней перемещениями $U(w, V_w)$, которые передаются от узлов канатной машины в процессе свивки проволоке. К противоположной стороне модели на поверхности S_1 приложена сила равная усилию торможения на питающих катушках F_p .

Исследуемый объем проволоки разбиваем на конечные элементы с шестью узловыми точками, представленными на рис. 2

Основные уравнения и граничные условия. Таким образом, задача сводится к определению напряженно-деформированного состояния объема проволоки при кручении с изгибом в пространственной постановке с учетом контактного взаимодействия с другими проволоками. Решение задачи представляется возможным при следующих основных упрощениях:

1. Материал проволоки считаем сплошным, несжимаемым и упруго-пластичным.

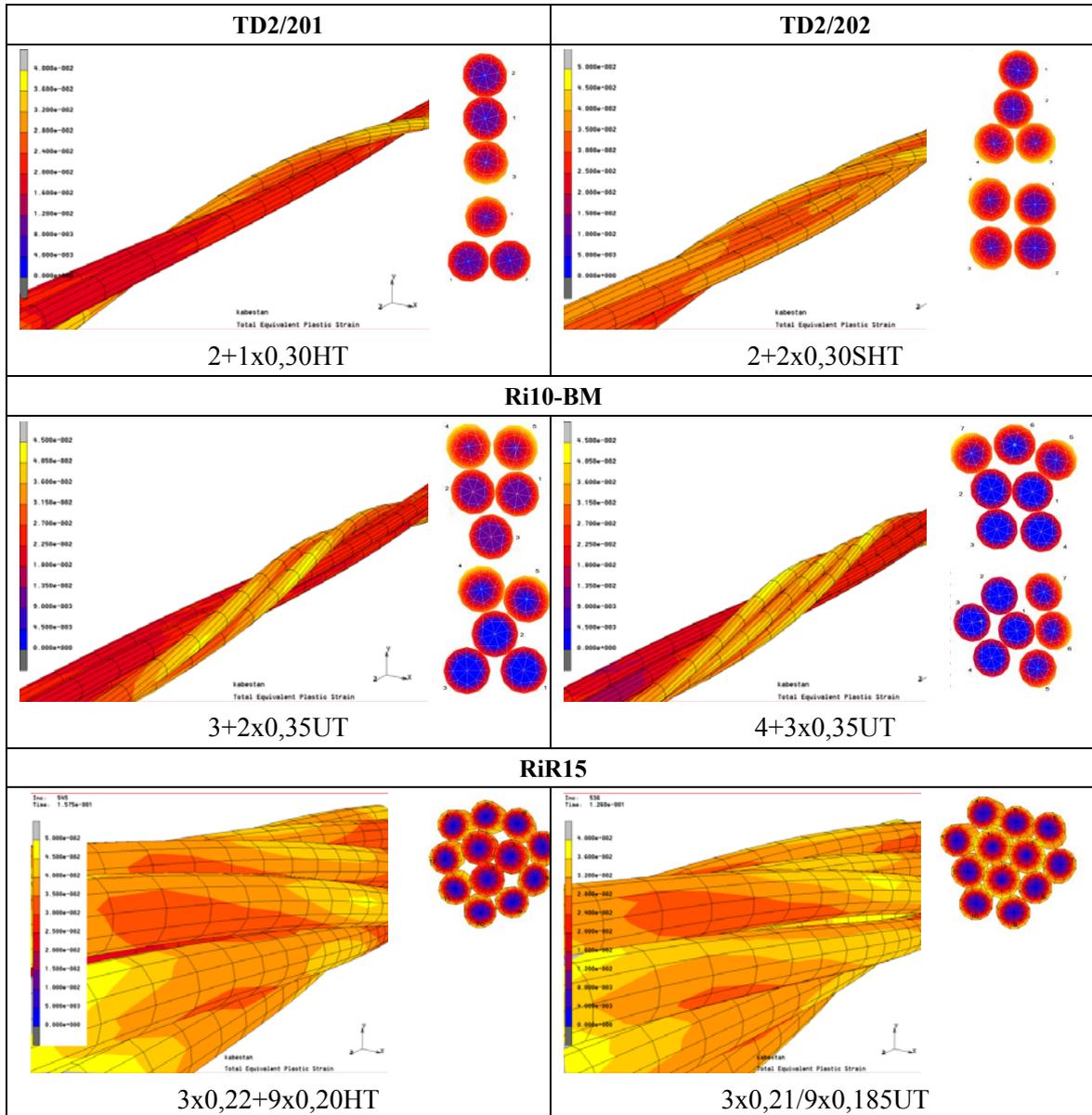
2. Предполагается, что температура проволоки во всех точках изменяется в узком диапазоне температур, не влияющем на структурные свойства проволоки и не изменяющие механические характеристики.

3. Считаем, что пластическая деформация металла проволоки приводит к увеличению предела упругости при повторной деформации того же знака и уменьшению его при повторной деформации противоположного знака (эффект Боушингера) [5].

4. Предполагается, что область контакта по контуру между телами мала по сравнению с их размерами и не изменяется при деформации. Так в рамках конечно-элементного представления контакт рассматривали как узел, принадлежащий двум проволокам [6].

На основании математического описания численной модели свивки исследуемых проволок в металлокорд были проведены расчеты напряженно-деформированного состояния с использованием МКЭ. Расчет проводился с учетом кинематических особенностей свивки канатных машин, на которых производится свивка исследуемого металлокорда. Результаты представлены в табл. 1.

Результаты численного моделирования свивки металлокорда



В табл. 2 представлены основные параметры исследуемой проволоки и их средние значения, которые, как предполагается, влияют на технологичность свивки металлокорда.

Таблица 2

Параметры технологичности свивки металлокорда

| Тип канатной машины | Обозначение металлокорда | $\epsilon_{св}$, % | E , ГПа | σ_B , МПа | δ_{max} , % |
|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------|------------------|--------------------|
| TD2/202 | 2+1x0,30 HT | 2,69 | 189 | 3327 | 2,36 |
| TD2/401 | 2+2x0,30 SHT | 3,96 | 198 | 3407 | 2,47 |

| Тип канатной машины | Обозначение металлокорда | $\epsilon_{св}$, % | E , ГПа | σ_B , МПа | δ_{max} , % |
|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------|------------------|--------------------|
| Ri10-BM | 3+2x0,35 UT | 2,85 | 190 | 3755 | 2,54 |
| Ri10-BM | 4+3x0,35 UT | 3,03 | 190 | 3755 | 2,54 |
| RiR15 | 3x0,22+9x0,20 HT | 4,26 | 217 | 3444 | 2,02 |
| | | | 210 | 3365 | 2,3 |
| RiR15 | 3x0,21/9x0,185 UT | 3,61 | 206 | 3783 | 2,64 |
| | | | 211 | 3394 | 1,96 |

Анализируя табл. 2, можно предположить, что технологичность металлокорда будет снижаться при увеличении соотношения между значением пластической деформации в процессе свивки $\epsilon_{св}$ (максимально приобретаемое) к максимальным удлинениям проволок металлокорда перед свивкой δ_{max} (максимально возможное).

Основные результаты:

1. Получена математическая модель позволяющая описывать процесс свивки металлокорда.
2. Экспериментальным путем определены параметры материала свиваемой проволоки.
3. Определены значения эквивалента пластической деформации проволоки в процессе свивки.

Литература

1. Компьютерное моделирование деформирования, повреждаемости и разрушения неупругих материалов и конструкций : учеб. пособие. – М. : МФТИ, 2008. – 215 с.
2. Фридман, Я. Б. Механические свойства металлов. Ч. 1 / Я. Б. Фридман. – М. : Машиностроение, 1974. – 472 с.
3. Влияние скорости волочения на температуру и напряженно-деформированное состояние высокоуглеродистой проволоки / М. Н. Верещагин [и др.] ; ООО «Интермет Инжиниринг» // Сталь. – 2007. – № 12. – С. 53–58.
4. ASTM A 370-07a, Стандартные методы испытаний и определения для механического испытания стальной продукции.
5. Аркулис, Г. Э. Теория пластичности : учеб. пособие для вузов / Г. Э. Аркулис, В. Г. Дорогобид. – М. : Metallurgia, 1987. – 352 с.
6. Емельянов, И. Г. Модель напряженного состояния стального каната / И. Г. Емельянов // Сталь. – 2001. – № 10. – С. 50–52.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ЛЮМИНОФОРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ БЕЛОГО ЦВЕТА

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

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Использование удаленного люминофорного преобразователя в составе светодиодного источника освещения позволяет повысить однородность излучения по диаметру

ру светильника, а сам фотопреобразователь может быть изготовлен из керамики, стеклокерамики, либо люминофорного покрытия на прозрачной полимерной или стеклянной подложке. Люминофорное стеклокерамическое композиционное покрытие представляется наиболее экономичной и рациональной формой создания люминесцентных удаленных преобразователей, вариантом, пригодным для массового применения.

Состав люминофорной композиции, предложенный нами ранее [1], представляет собой смесь легкоплавкого оксидного стекла, люминесцентного порошка и светорассеивающей добавки, в качестве которой используется порошок кварцевого стекла.

В НИИ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого разработан вариант светодиодного светильника с удаленным дискретным фотопреобразователем [2] (рис. 1), предназначенный для эксплуатации внутри помещений в качестве источника рассеянного белого света.

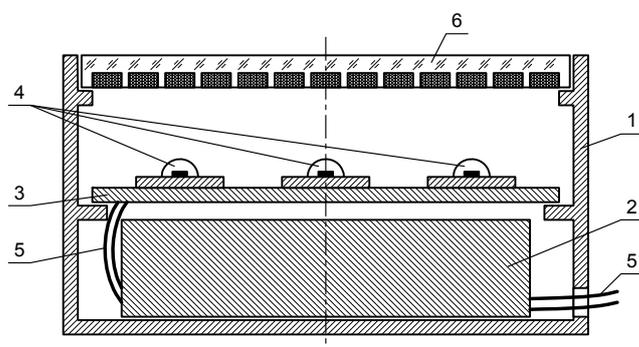


Рис. 1. Конструкция светодиодного светильника с удаленным дискретным фотопреобразователем: 1 – корпус; 2 – блок питания; 3 – печатная плата; 4 – светодиоды синего цвета излучения; 5 – проводники; 6 – плафон-рассеиватель

Удаление люминофора от нагретого кристалла светодиода в значительной степени уменьшает термическую деструкцию люминофора. Это увеличивает срок службы светильника и позволяет использовать более мощные светодиоды. Введение люминофорного компаунда только в углубления фотопреобразователя в значительной степени уменьшает расход люминофора при сохранении равномерности светового потока светильника и однородности излучения. Технология нанесения компаунда в углубления пластины фотопреобразователя проста и совместима с промышленными методами нанесения компаундов и шликерного литья толсто пленочных покрытий, используемыми на предприятиях светотехнической и приборостроительной промышленности.

Благодаря дискретному фотопреобразователю предложенная конструкция светодиодного светильника обладает высокой технологичностью, экономичностью и повышенной атмосферостойкостью.

Цель работы – оптимизация составов люминесцентных стеклокомпозитов и усовершенствование методики создания люминофорных покрытий на стеклянных подложках для светодиодных фотопреобразователей осветительных приборов белого цвета.

1. Получение люминофорного покрытия

Люминофорное покрытие было получено на основе наноструктурированного порошка иттрий-алюминиевого граната, легированного церием, синтезированного методом горения азотнокислых солей в сахарозе.

В качестве основы для люминофорной композиции использовано новое легкоплавкое стекло состава $\text{BaO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-SiO}_2$ с температурой размяг-

чения не более 600 °С, в состав композиции вводится порошок кварцевого стекла в качестве диффузно-рассеивающего компонента, улучшающего светотехнические характеристики. Люминофорная композиция готовится смешиванием компонентов с изопропанолом, далее шликер наносится поливом на стеклянную подложку и высушивается. Стеклянная подложка с покрытием помещается в муфельную печь на керамическую подставку и постепенно нагревается до температуры 600 °С и выдерживается в течение 30 мин, затем медленно охлаждается с печью до комнатной температуры. В качестве подложки были использованы как гладкие, так и рифленые стекла, причем во втором случае процесс нанесения покрытия остается практически неизменным, а расход шликера значительно уменьшается.

Люминофорная композиция готовится и далее наносится на стеклянную подложку следующим образом. Наноструктурированный порошок иттрий-алюминиевого граната, легированного церием YAG:Ce со средним размером наночастиц $d_0 \sim 50\text{--}60$ нм, порошок легкоплавкого стекла и порошок молотого кварцевого стекла со средним размером частиц 100–250 мкм смешиваются при соотношении компонентов, мас. %, равным 11,0:44,5:44,5. Порошок молотого кварцевого стекла предварительно подвергается отмывке и протравливанию в ультразвуковой ванне УЗУ-025 (ТУ 1-720-0009-85) на частоте 50 Гц, мощность УЗ – 250 Вт, в водном 10%-ном растворе NH_4HF_2 в течение 30 мин. После отмывки порошка его прозрачность увеличивается, удаляется пыль и дефекты с поверхности зерен, а также увеличивается преломляющая и отражающая способность.

2. Оптические характеристики люминофорных покрытий

Стеклянную подложку с люминофорным покрытием помещают в измерительную головку люксметра Ю-117 и измеряют относительную интегральную яркость при прохождении излучения через структуру «подложка-покрытие» на длине волны излучения синего светодиода ($\lambda = 450$ нм, $W = 1$ Вт).

На рис. 2 приведена номограмма относительных значений интегральной яркости для образцов «подложка-покрытие»: 1 – покрытие без кварцевого стекла-наполнителя; 2 – покрытие с неотмытым кварцевым стеклом-наполнителем; 3 – покрытие с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; 4 – покрытие на рифленой подложке без кварцевого стекла-наполнителя.

Анализ рис. 2 показывает, что наибольшую яркость при прохождении излучения через структуру «подложка-покрытие» на длине волны излучения синего светодиода ($\lambda = 450$ нм, $W = 1$ Вт) имеет образец покрытия с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; примерно такая же яркость покрытия, нанесенного на рифленую подложку без кварцевого стекла-наполнителя, а наименьшую яркость (примерно в 2 раза меньше) имеет покрытие без кварцевого стекла-наполнителя.

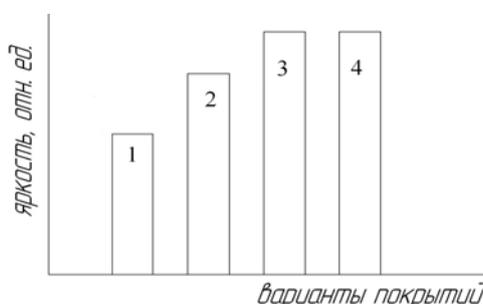


Рис. 2. Номограмма относительных значений интегральной яркости для образцов «подложка-покрытие»: 1 – покрытие без кварцевого стекла-наполнителя; 2 – покрытие с неотмытым кварцевым стеклом-наполнителем; 3 – покрытие с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; 4 – покрытие на рифленой подложке без кварцевого стекла-наполнителя

Таким образом, обработка кварцевого порошка в УЗ-ванне приводит к увеличению яркости излучения от покрытия примерно на 30 %. Кроме того, при получении покрытий на рифленной подложке также происходит увеличение яркости излучения на 30 % даже без добавления светорассеивающего порошка кварцевого стекла.

Заключение

1. Получены экспериментальные образцы стеклокристаллических люминофорных покрытий на гладких и рифленных подложках, предназначенных для создания осветительных приборов белого цвета на основе светодиодов и чипов синего цвета излучения.

2. В состав люминофорного покрытия введен порошок кварцевого стекла, обработанный в УЗ-ванне в водном растворе NH_4HF_2 .

3. Установлено, что обработка кварцевого порошка в УЗ-ванне приводит к увеличению яркости излучения от покрытия примерно на 30 %. Кроме того, при получении покрытий на рифленной подложке также происходит увеличение яркости излучения на 30 % даже без добавления светорассеивающего порошка кварцевого стекла.

Литература

1. Заявка на предполагаемое изобретение «Люминофорная композиция», МПК H01L 33/00 / Н. Е. Дробышевская, Е. Н. Подденежный, О. В. Урецкая, Н. М. Бобкова, Е. Е. Трусова ; заявитель и патентообладатель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого (ВУ); заявка № а 20111620, заявл. 30.11.2011.
2. Светильник светодиодный : пат. на полезную модель Респ. Беларусь № 7988, МПК F21S 8/00, H01J 63/00 / А. О. Добродей, Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко, Е. В. Соболев ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; заявка № и 20110582 от 18.07.2011.

СПОСОБ ЛАТУНИРОВАНИЯ ПРОВОЛОКИ

С. И. Прач

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Исследования процесса волочения стальной латунированной проволоки показали, что для увеличения скорости волочения без снижения качества получаемой проволоки необходимо принять меры по снижению коэффициента контактного трения при волочении. Для этой цели проанализирована контактная зона волоки с проволокой.

При волочении с поверхностью волоки контактирует тонкий слой латунного покрытия на стальной проволоке. Поэтому на величину контактного трения влияют свойства используемой латуни, жидкой смазки и поверхности деформирующей зоны волоки, а также другие условия волочения. Особое внимание было обращено на латунное покрытие, которое при волочении получает значительную пластическую деформацию, находясь на поверхности стальной проволоки. Это покрытие кроме основного назначения – повышения адгезии латунированной проволоки к резине при использовании проволоки, играет роль металлической твердой смазки при волочении этой проволоки. Свойства латуни значительно влияют на контактное трение при волочении стальной латунированной проволоки.

Латунное покрытие получают последовательным осаждением щелочной меди, кислой меди и цинка с последующим проведением диффузии (рис. 1).



Рис. 1. Схема агрегата латунирования

При производстве латунированной заготовки на имеющихся агрегатах, двухслойное гальваническое покрытие Cu–Zn после диффузионного нагрева не обеспечивает стабильного получения однородной структуры латунного покрытия в виде α -фазового состава. Присутствие в латуни β -фазы с малопластичной объемноцентрированной кубической решеткой снижает пластические свойства латуни. Основная причина присутствия этой фазы – недостаток меди. Минимальное содержание меди в используемой латуни – 61,4 %. Наиболее обеднены медью поверхностные участки латуни, которые наиболее интенсивно участвуют в процессе контактного трения при волочении. Для устранения в латуни β -фазы необходимо выровнять химический состав латунного покрытия по его сечению. Для этого необходимо повысить концентрацию меди в поверхностных слоях латуни.

Выравнивание химического состава латунного покрытия и устранение присутствия в латуни β -фазы достигается за счет применения дополнительного охлаждения проволоки в водном растворе $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в количестве от 3 до 10 г/л, осуществляемом после диффузионного нагрева в процессе получения латунного покрытия (рис. 2). Высокая температура проволоки после диффузии обеспечивает высокую скорость осаждения меди из указанного раствора и моментальную ее дополнительную диффузию в латунь.



Рис. 2. Дополнительная обработка латунированной заготовки раствором $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Эксперимент проводился на агрегате латунирования на заготовке диаметром 1,98 мм.

В качестве исходного варианта использовалась латунированная заготовка. Для сравнения было изготовлено два экспериментальных варианта заготовки. Экспериментальные варианты отличались тем, что после диффузионного нагрева проволока охла-

далась не в обычной воде, а в воде с концентрацией $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3 г/л для второго экспериментального варианта и 10 г/л для третьего экспериментального варианта.

Все три варианта полученной заготовки были исследованы на качество латунного покрытия при послойном съеме латуни.

Оценка качества латунного покрытия производилась по следующим критериям:

- Разница по процентному содержанию меди между первым и десятым слоем не должна превышать 10 %.
- Количество точек, находящихся слева и справа от линии, показывающей среднее содержание меди, должно быть одинаковым (по пять соответственно).
- Угол наклона линии, проведенной по десяти точкам, не должен превышать 45° .
- При послойном съеме латунного покрытия должно быть не более двух слоев с содержанием меди менее 60 %.

Полученные результаты по содержанию меди в латуни для исходного, второго и третьего экспериментальных вариантов приведены на рис. 3.

На исходном варианте между первым и десятым слоем разница по процентному содержанию меди составляет 4,8 %, что является приемлемым результатом. Количество точек слева и справа от линии, показывающей среднее содержание меди одинаково – по пять точек слева и справа, угол наклона кривой $\approx 35\text{--}40^\circ$, что соответствует требованиям. При послойном анализе получен один слой с содержанием меди менее 60 %, что указывает на возможность присутствия β -фазы.

Во втором варианте между первым и десятым слоем разница по процентному содержанию меди составляет 4,7 %, что соответствует требованиям. Количество точек слева и справа от линии, показывающей среднее содержание меди 6/4, угол наклона кривой $\approx 30^\circ$, что соответствует требованиям, но лучше на исходном варианте. При послойном анализе все слои получены с содержанием меди более 60 %, что гарантирует вероятность отсутствия β -фазы. Видно, что среднее количество меди выросло до значения с 61,9 до 62,8 %.

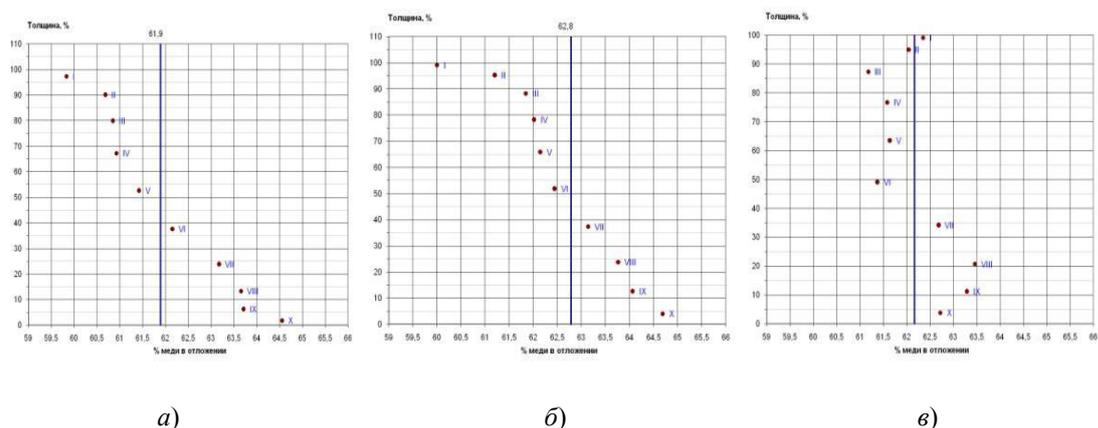


Рис. 3. Распределение меди по толщине покрытия в исходном (а), втором (б) и третьем (в) экспериментальных вариантах

Третий экспериментальный вариант отличается от предыдущих графиков. Разброс меди здесь составляет всего 2 %, что с трудом достигается на новейших агрегатах латунирования. При послойном анализе все слои получены с содержанием меди более 60 %, что гарантирует отсутствие β -фазы. Также видно, что среднее количество меди выросло до значения до значения 62,2 %.

Результаты исследований показали, что применение дополнительного нанесения меди посредством охлаждения проволоки после диффузионного нанесения латунного покрытия в ванне с водным раствором 3–10 г/л $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ приводит к следующим положительным последствиям:

- Повышение в допустимых пределах концентрации меди на поверхности латунного покрытия, гарантирующее отсутствие β -фазы латуни на поверхности латунированной заготовки, контактирующей с рабочей зоной волокнистой проволоки. Это повышает пластические свойства латуни и уменьшает коэффициент контактного трения при волочении, что создает резерв для роста скорости волочения без снижения качества проволоки.
- Повышение равномерности распределения меди по толщине латунного покрытия.
- Повышение пластических свойств стальной латунированной проволоки, выражаемое повышением количества реверсивных скручиваний на 50 % и скручиваний двух проволок на 2 % для проволоки 0,3 мм, полученной волочением заготовки, охлажденной после диффузионного нагрева на агрегате патентирования в ванне с водным раствором $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- Повышение адгезионных свойств металлокорда к резине на 10 %.
- Остальные свойства проволоки существенно не изменились.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ПЛАВКИ В ИНДУКЦИОННЫХ СРЕДНЕЧАСТОТНЫХ ПЕЧАХ

И. Н. Прусенко

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

Научные руководители: И. Б. Одарченко, А. В. Козлов

Технология плавления металлов с помощью электромагнитных полей стала стандартным методом на многих литейных предприятиях во всем мире. Современные индукционные печи работают на средних частотах (от 250 до 500 Гц), что позволяет не только более энергоэффективно вести процесс плавки, но и технологически контролировать перемешивание расплава при высоких плотностях мощности. Это стало возможным благодаря разработке специальных полупроводниковых инверторов с изменяемой частотой для генерации и регулировки мощности. Эти инверторы используют резонансные свойства индуктора печи и конденсаторов источника питания.

С производственно-технологической точки зрения для литейного производства индукционные печи средней частоты (ИПСЧ) имеют существенные преимущества по сравнению с другими плавильными установками. Индукционный метод обеспечивает выделение теплоты непосредственно в металле без теплопередачи излучением или конвекцией, сопровождаемых значительными потерями, поэтому индукционные печи имеют значительно более высокий технологический КПД, чем агрегаты, работающие на топливе. Благодаря садовому режиму работы в ИПСЧ, при котором металл не подвергается многократному перегреву, и щадящему температурному режиму выдержки в период разлива, в расплаве сохраняются центры кристаллизации, что способствует формированию мелкозернистой структуры в отливках. Кроме того, пониженное на 25–30 % содержание газа (азота, водорода, кислорода) в расплаве металла, обеспечиваемое ИПСЧ, а также значительное уменьшение содержания неметаллических примесей повышают прочность отливок и уменьшают каверны на их по-

верхности. Это, в свою очередь, позволяет снизить отходы металла при дальнейшей обработке на 20–25 % и уменьшить металлоемкость отливок. Более высокая удельная мощность ИПСЧ позволяет быстрее нагревать чугун (со скоростью 30–35 °С/мин), а потери исходного материала из-за угара снижаются. Циркуляция расплава под действием электромагнитных сил в индукционной тигельной печи приводит к равномерному температурному распределению и хорошему перемешиванию. В сочетании с отсутствием загрязняющих веществ это обеспечивает высокую точность химического состава металла, расплавленного индукционным методом.

Известно, что тигельная индукционная печь состоит из медной спиральной обмотки, охлаждаемой водой, и керамического тигля, заполненного шихтой.

Переменный ток в катушке генерирует магнитное поле, которое индуцирует ток в шихте. Контур магнитного поля вызывается через внешние магнитные шунты, изготовленные из листов трансформаторной стали. Индукционную печь можно представить в виде свободно связанного трансформатора, в котором витки первичной обмотки магнитно связаны с витком вторичной, образованного расплавленной шихтой. Таким образом, можно принять, что отношение тока, наведенного в расплаве, к току в обмотке примерно равно числу витков в обмотке. Максимальная плотность тока индуцируется на периметре расплава, экспоненциально уменьшаясь в глубине расплава по направлению к центру.

Высокая удельная мощность позволяет лучше использовать оборудование, минимизировать время, необходимое для выполнения плавки, снизить энергетические потери, расходуемые на тепловые проводимость и излучение.

Однако метод скоростной плавки с высокой энергонасыщенностью требует использования мощных источников питания, работающих на повышенных частотах. Применение мощных тиристоров и транзисторов, которые способны переключать большие токи, дало возможность сконструировать инверторы с эквивалентной мощностью 10000 кВт, работающих на выходных частотах в несколько сотен герц.

Современный преобразователь состоит из:

- 1) выпрямителя переменного напряжения с фильтром постоянного тока;
- 2) преобразователя постоянного тока в переменный средней частоты;
- 3) согласующего трансформатора, который используется преимущественно с инвертором напряжения;
- 4) батареи подстроечных конденсаторов.

Такая комплектация позволяет реализовать два возможных варианта работы стационарных мощных полупроводниковых преобразователей. Это:

- инвертор тока с параллельной компенсацией индуктивности печи;
- инвертор напряжения с последовательной компенсацией сопротивления печи.

Рассмотрим инвертор тока с параллельной компенсацией индуктивной проводимости печи (рис. 1).

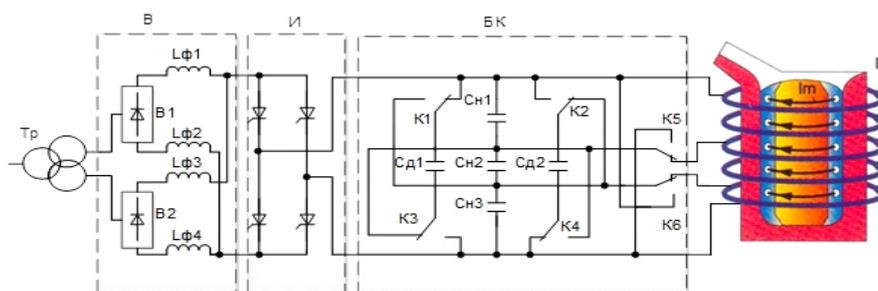


Рис. 1. Схема среднечастотной плавильной системы с использованием преобразователя тока

Батареи конденсаторов, корректирующих коэффициент мощности ($\cos\phi$), подсоединяются к медной спиральной обмотке печи параллельно. На первой стадии разогрева и плавления шихты в режиме стабилизации мощности, напряжение на секциях индуктора примерно одинаково вследствие проявления эффекта резонанса тока высокодобротного нагрузочного контура, поскольку ток инвертора в 5–7 раз ниже контурного тока. На второй стадии, обработки расплава, начинается этап легирования и коррекции химического состава металла. Рассматриваемая схема позволяет осуществить перераспределение мощности по секциям индуктора, иными словами, произвести фокусировку мощности в отдельных зонах тигля печи и обеспечить различные виды активного перемешивания металла (рис. 2).

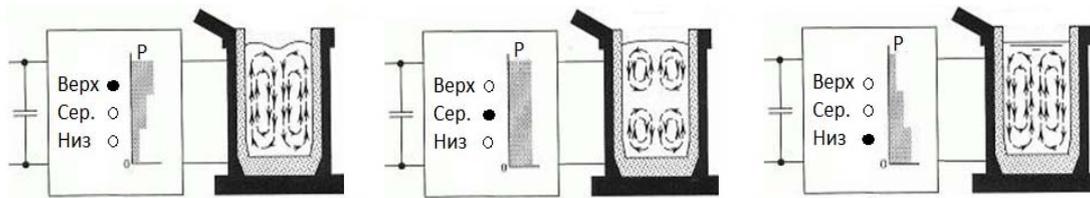


Рис. 2. Фокусировка мощности в отдельных зонах тигля печи

Данный инвертор на резонансной частоте нагрузочного контура отдает в нагрузку минимальную активную мощность. При отклонении от резонансной частоты активная мощность возрастает и к ней добавляется реактивная мощность. Таким образом, чтобы иметь возможность регулировать мощность от номинальной в сторону уменьшения необходимо, чтобы максимальная активная мощность потреблялась от источника в режиме максимальной расстройки колебательного контура. Это делает энергетически не выгодным частотное регулирование в параллельном инверторе, так как приводит к завышенным потерям в номинальном режиме и завышенной установленной мощности оборудования. В этом случае целесообразно использовать регулируемый источник питания (выпрямитель) на входе инвертора. При этом мы получаем регулирование мощности печи при постоянно высоком $\cos\phi$ (рис. 4, а).

Достоинством параллельного инвертора является относительная простота его согласования с низкоомной высокодобротной индукционной нагрузкой за счет параллельного подключения к индуктору компенсирующей конденсаторной батареи. При этом согласующий трансформатор может располагаться на значительном расстоянии от нагрузочного контура, что важно при создании малогабаритных нагревательных узлов.

Рассмотрим теперь инвертор напряжения, в этом случае корректирующие блоки емкостей присоединяются к индуктору сопротивления печи последовательно (рис. 3).

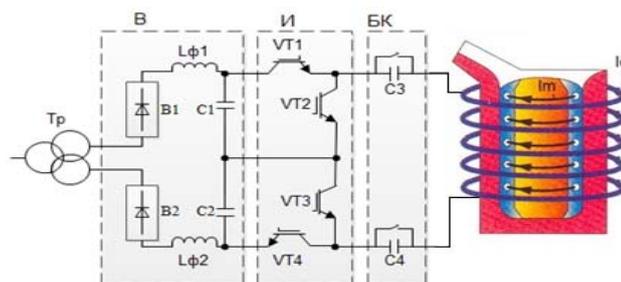


Рис. 3. Схема среднечастотной плавильной системы с использованием преобразователя напряжения

В этой схеме при резонансе напряжений компенсируется индуктивное сопротивление печи, что приводит к многократному увеличению тока через индуктор плавильной установки и происходит интенсивное плавление шихты. Параметры коммутрующих индуктивности и емкости выбираются так, чтобы их резонансная частота была выше частоты инвертора с нагрузкой. Это даст возможность работать с минимально допустимым током моста, позволяющим выделять на нагрузке необходимую мощность.

Для последовательного инвертора напряжения частотное регулирование энергетически выгодно, а регулируемость источника питания необязательна. Последовательный инвертор на резонансной частоте нагрузочного контура отдает в нагрузку максимальную активную мощность. В результате отклонения выходной частоты инвертора от резонансной частоты нагрузки активная мощность снижается, а реактивная возрастает (рис. 4, б). Полная мощность, потребляемая от источника, которая определяет загрузку элементов током, снижается. Таким образом, частотное регулирование мощности в последовательном инверторе энергетически выгодно.

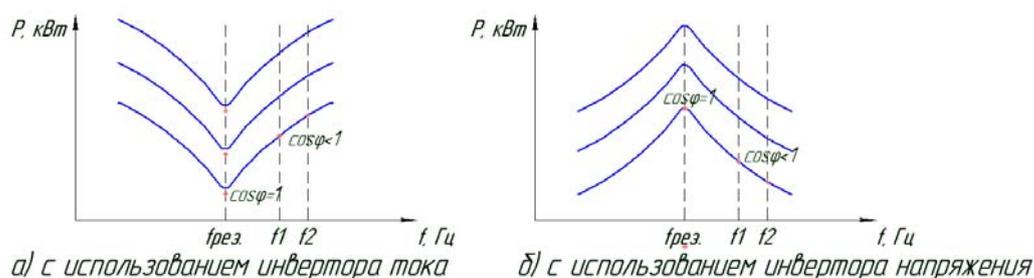


Рис. 4. Регулирование мощности печи в зависимости от источника питания

Недостатком инвертора напряжения является то, что возможна только последовательная или последовательно-параллельная компенсация реактивной мощности индуктора. Последовательный резонанс, увеличивающий напряжение на индукторе, приводит к необходимости использования для согласования с низкоомным индуктором трансформатора с большим коэффициентом трансформации, конструкция которого сложнее, а энергетические показатели хуже. Кроме того, трансформатор должен располагаться в непосредственной близости к нагревательному контуру, так как по его вторичной обмотке течет полный ток индуктора.

В последние годы получили развитие системы электропитания двух или нескольких одновременно работающих печей от одного источника, в которых имеется возможность гибкого перераспределения подводимой энергии от одной печи к другим (рис. 5). Электрическая энергия перемещается от одной печи к другой: в одной печи высокая мощность плавки, в то время как во второй печи металл выдерживается для металлургических процессов. В такой установке использование энергетического и плавильного оборудования приближается к ста процентам. Основой такой системы является статический многоинверторный преобразователь частоты, в котором питание инверторов постоянным током осуществляется от общего выпрямителя, а выход каждого инвертора подключается к колебательно-контурной каждой печи.

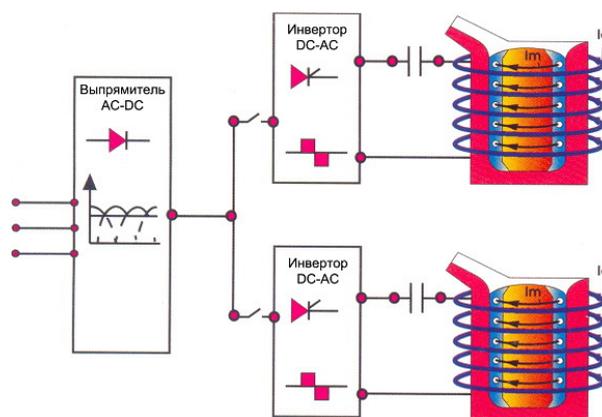


Рис. 5. Двойной выходной инвертор мощности, питающий одновременно две печи

Преимущества данной системы электропитания состоят в следующем:

1. Мощность источника питания, подводимая к каждой печи, может изменяться от 0 до 100 %, при этом каждая печь может быть настроена на свой режим работы
2. Источник питания загружен на 100 % в ходе технологического процесса плавки, что позволяет снизить его установленную мощность на 40 % и выровнять график суточного потребления энергии.
3. Можно одновременно на двух печах выполнять сушку футеровки и сушку шихты, либо осуществлять на одной печи сушку футеровки, на другой – плавку металла, уменьшая время межремонтных простоев печей.
4. Обеспечивается высокая эффективность работы оборудования, увеличивается производительность печей на 20–30 %. Снижаются массогабаритные показатели.

Эффективность использования той или иной схемы определяется удобством согласования ее с конкретным индукционным нагревателем. С этой точки зрения высоковольтные, высокочастотные и относительно маломощные индукционные нагреватели целесообразно питать от источников с последовательным инвертором, а низковольтные, относительно низкочастотные и мощные нагрузки – от источников с параллельным инвертором.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ И РАСКРОЯ УПАКОВКИ ИЗ КАРТОНА

О. И. Шпаковская, Н. А. Щербакова

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

Научный руководитель С. Н. Целуева

Начало 90-х гг. прошлого века характеризуется существенными изменениями на рынке товаров, связанными с широким распространением различных видов тары и упаковки, многообразием упаковочных материалов и конструкций упаковки. Большинство товаров транспортируют, хранят и отпускают потребителю в упаковке или таре. Разнообразие свойств и особенностей товаров, различные условия их транспортирования, хранения и отпуска вызывают необходимость производства упаковки различных видов.

Конструирование упаковки – это сложная оптимизационная задача. Упаковка должна быть не только красивой и иметь новые геометрические формы, но и отве-

чать таким условиям, как технологичность, экономическая целесообразность, функциональность и конкурентоспособность. Для создания упаковки, удовлетворяющей многочисленным требованиям, еще на стадии разработки конструкции следует проводить комплексный анализ, позволяющий принять оптимальное решение, эффективно учитывающее важнейшие элементы упаковки: материал (упаковываемый и самой упаковки), конструкция, дизайн, метод изготовления, метод упаковывания, условия распространения, особенности использования, утилизация использованной упаковки.

Целью работы является разработка методики, позволяющей установить оптимальные соотношения между объемом, габаритными размерами и площадью поверхности раскроя упаковки из картона. Расчеты выполнялись на примере упаковки, развертка которой представлена на рис. 1, с использованием средств системы компьютерной алгебры Mathematica 8.0.

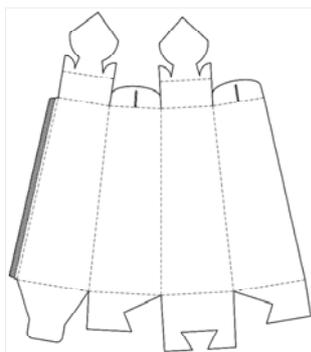


Рис. 1. Развертка упаковки

При определении формы и габаритных размеров упаковки из картона учитывались следующие требования: минимизация расхода материала; соответствие формы и размеров упаковки требованиям логистики; технологичность конструкции упаковки для сборки и упаковывания товара; удобство упаковки для потребителя; привлекательный внешний вид. Расчеты упаковки направлены на оптимизацию ее габаритных размеров по экономичности раскроя индивидуальных заготовок, на оптимизацию раскроя листа картона, соответствующего размерам оборудования, на котором будет производиться упаковка. Принималась во внимание практика унификации упаковок.

Основные требования к складным упаковкам из картона и гофрокартона продиктованы функциями упаковки. Такие функции, как защитная, транспортная и хранение, предполагают длительное сохранение у упаковок из картона стабильности формы, способности к амортизации ударов, прочности при растяжении и сжатии, пригодности к штапелированию и т. п. Все перечисленные свойства зависят от соотношения объема упаковки, массы упакованного в нее продукта и толщины картона, из которого изготовлены упаковки. Оптимальное соотношение основных размеров упаковок должно обеспечивать их хорошую устойчивость, как при транспортировке, так и на витрине магазина. Для упаковок, формируемых в пространственную конструкцию методом фальцевания плоской заготовки, имеется существенная зависимость расхода материала от соотношения габаритных размеров при одном и том же объеме. Каждому виду упаковки соответствует определенная потребность в материале, определяемая наиболее выгодным соотношением размеров сторон, которая при отступлениях от оптимального соотношения этих размеров значительно увеличивается.

Для установления соотношения между объемом, габаритными размерами и площадью поверхности раскроя упаковки приняты следующие обозначения (рис. 2):

$$L = B = x; \quad l = b = ax; \quad H = y, \quad (1)$$

где $a = b/B = 1/L$.

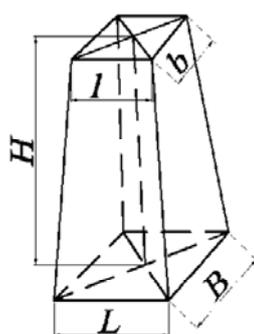


Рис. 2. Схема к определению соотношения между объемом, габаритными размерами и площадью поверхности раскроя упаковки

На рис. 3 приведена развертка упаковки, конструктивные элементы которой представлены в соответствии с принятыми обозначениями (1).

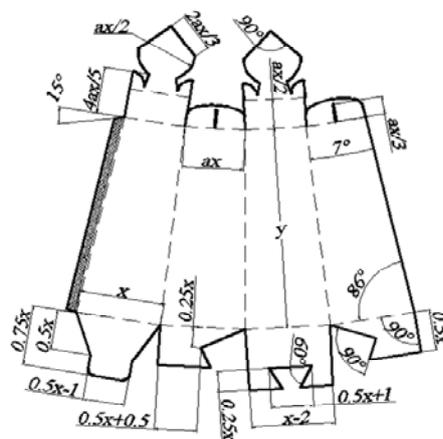


Рис. 3. Развертка упаковки

Объем упаковки определяем по математической формуле

$$V = \frac{1}{3} H (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}), \quad (2)$$

где S_1, S_2 – площади оснований.

С учетом принятых обозначений (1) путем преобразований получаем:

$$y = \frac{3V}{x^2((1+a)^2 - a)}. \quad (3)$$

Площадь боковой поверхности определяем по математической формуле

$$S_{\text{бок}} = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)a', \quad (4)$$

где p_1, p_2 – периметры оснований; a' – апофема.

С учетом принятых обозначений (1) путем преобразований площадь боковой поверхности определится выражением

$$S_{\text{бок}} = (1+a) \sqrt{\frac{36V^2}{x^2(1+a+a^2)^2} + x^4(1-a)^2}. \quad (5)$$

Полная площадь поверхности развертки с учетом всех элементов верхних и нижних клапанов, а также клевого шва определится следующим выражением:

$$S_p = (1+a) \sqrt{\frac{36V^2}{x^2(1+a+a^2)^2} + x^4(1-a)^2} + \left(\frac{424}{135} + \frac{\pi}{4}\right)a^2x^2 + \frac{49x^2 - 20x}{32} + \frac{x^2 - 6x}{16\sqrt{3}} + \frac{a}{6} \sqrt{\frac{18V^2}{x^2(1+a+a^2)^2} + x^4(1-a)^2}. \quad (6)$$

Дифференцируем S_p по a и по x . Минимальной площадь раскроя будет при условии $\frac{ds}{dx} = 0$. Исходя из данного условия, решаем дифференциал относительно x .

В результате находим решение, которое выражает соотношение габаритных размеров при минимальной площади поверхности раскроя упаковки. Данное решение позволяет нам определить, что площадь раскроя упаковки будет минимальна при $a = 0$, т. е. когда боковая сторона упаковки примет форму треугольника. Для всех других a в интервале $0,1 \dots 1,0$ с шагом $0,1$ строим графики зависимости $x = f(V)$ при изменении V от 1000 до 5000 см^3 (рис. 4). Для решения задачи относительно y подставляем в выражение (3) решение относительно x , выраженное через объем V . Строим графики зависимости $y = f(V)$ при изменении V от 1000 до 5000 см^3 для всех a в интервале $0,1 \dots 1,0$ с шагом $0,1$ (рис. 5). Полученные графики позволяют определить габаритные размеры упаковки объемом от 1000 до 5000 см^3 с заданным соотношением сторон оснований.

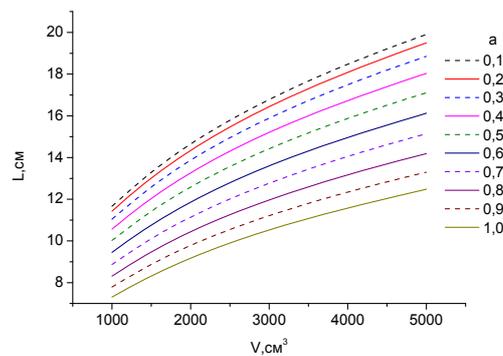
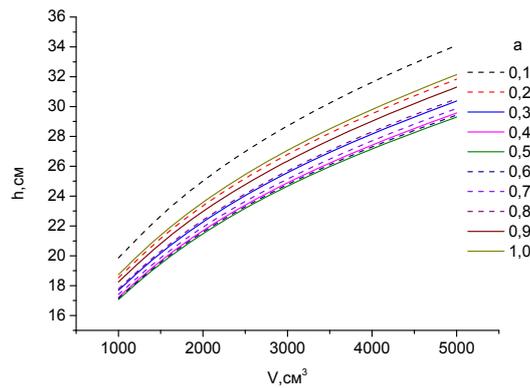
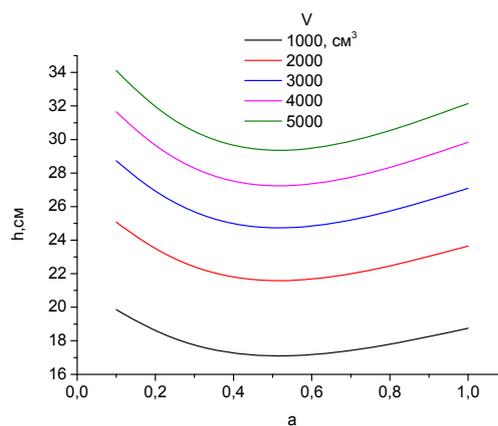


Рис. 4. Графики зависимости $x = f(V)$

Рис. 5. Графики зависимости $y = f(V)$

Для определения оптимального соотношения габаритных размеров упаковки строим графики зависимости $y = f(a)$ для V от 1000 до 5000 см^3 с шагом 1000 см^3 (рис. 6). Из графиков видно, что высота упаковки h будет минимальной при соотношении сторон верхнего и нижнего оснований $a = 0,5 \dots 0,55$. Следовательно, для данной упаковки оптимальным будет соотношение сторон 1 : 0,5 : 1,7.

Рис. 6. Графики зависимости $y = f(a)$

Разработанная методика позволяет для любого конструктивного решения упаковки установить оптимальные соотношения между объемом, габаритными размерами и площадью поверхности раскроя.

Рациональное конструктивное решение и определение оптимальных расчетных параметров упаковки в автоматизированном режиме позволяет значительно сократить время проектирования упаковки, повысить точность конструкторских решений, что, в свою очередь, позволит уменьшить расход материала, трудоемкость при изготовлении, сборке и упаковывании продукции, а также сэкономить площадь и снизить трудозатраты при складировании, транспортировке и продаже.

ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫЙ ПОРОШОК НА ОСНОВЕ ЧУГУННОЙ ДРОБИ ДЛЯ МАГНИТНО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ

А. В. Харланова

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

Научный руководитель Г. В. Петришин

В современной промышленности существует множество эффективных методов получения износостойких покрытий. Одним из перспективных путей упрочнения поверхностей деталей является метод магнитно-электрического упрочнения (МЭУ), комплексно использующий активирующие факторы (температурные, химические, магнитные, электрические) [1]. Метод МЭУ хорошо зарекомендовал себя при упрочнении определенной номенклатуры быстроизнашивающихся деталей сельскохозяйственной и дорожной техники. Кратковременность температурного воздействия при упрочнении методом МЭУ обеспечивает стабильность геометрических параметров упрочняемых деталей, что особенно важно при изготовлении крупногабаритных деталей, склонных к короблению. Кроме того, простота метода и применяемого технологического оборудования обеспечивают низкую себестоимость получаемых покрытий.

В настоящее время в качестве упрочняющих материалов, применяемых в процессе МЭУ, используются порошки ферробора (например, ФБ-10, ФБ-17), феррохромбора (ФХБ-1, ФХБ-6-2), а также некоторых легированных сталей и чугунов. Однако покрытия, получаемые с использованием ферробора, имеют низкую абразивную и ударно-абразивную износостойкость, а технология получения порошков легированных чугунов достаточно трудоемка. Кроме того технологические свойства легированных чугунов не обеспечивают самофлюсуемость, что приводит к образованию пористости и снижению сплошности покрытий [2]. Вследствие этого данные материалы не нашли широкого применения.

Перспективным является применение в качестве упрочняющих материалов в процессе МЭУ самофлюсующихся порошков. В этом случае обеспечивается высокая износостойкость покрытий, их сплошность, отсутствие пористости. Однако большинство таких порошков выпускается на основе никеля, что обуславливает их высокую стоимость и в ряде случаев экономическую нецелесообразность [3]. Кроме того, порошки на основе никеля парамагнитны и вследствие этого неприменимы в технологии магнитно-электрического упрочнения. В то же время номенклатура самофлюсующихся порошков на железной основе ограничена, и они не позволяют управлять свойствами наносимых покрытий при МЭУ. Известны исследования по диффузионному борированию частиц из стали 40Л, однако данный материал менее распространен, чем чугунная дробь. Поэтому поставлена задача разработать новый самофлюсующийся материал на основе отходов чугунной дроби, который учитывает технологические особенности МЭУ и обеспечивает заданные физико-механические свойства покрытий.

В данной работе исследовалась структура и свойства диффузионно-легированных порошков на основе чугунной колотой дроби.

Исходным материалом для производства самофлюсующегося порошка на железной основе является порошок с частицами неправильной формы из отбеленного чугуна фракции 200–315 мкм. Диффузионное легирование порошка производилось по технологии, приведенной в [3]. Исходный порошок подвергался ХТО (борированию) в различных условиях:

- порошок № 1 – в течение 1 часа при температуре 950 °С;
- порошок № 2 – в течение 3 часов при температуре 950 °С;
- порошок № 3 – в течение 5 часов при температуре 950 °С.

Исследования показали, что в процессе химико-термической обработки частиц порошка происходит увеличение массы и размеров частиц, причем это изменение зависит от времени и температуры борирования, то есть от толщины диффузионного слоя. С увеличением толщины диффузионного слоя количество бора, проникшего в частицы порошка, возрастает, соответственно увеличиваются указанные выше параметры. В частности, после химико-термической обработки порошка белого чугуна фракции 200–315 мкм в условиях, обеспечивающих сквозное борирование (5 часов, 900 °С), наблюдали увеличение массы обрабатываемого порошка на ~ 4,3 % [5].

В ходе исследований в данной работе установлено, что поверхность частиц становится шероховатой (рис. 1, б), появляются образования призматической формы в виде наростов размером 2–5 мкм (рис. 1, а) [5].

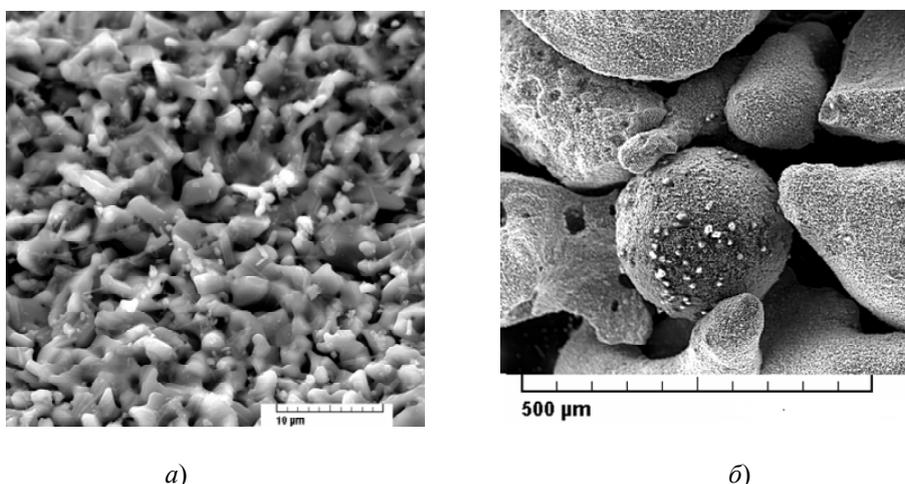


Рис. 1. Морфология борированных порошков фракции 200–315 мкм:
 а – призматические выступы на поверхности частиц; б – шероховатая
 налипшие частицы карбида бора

В процессе борирования рост боридных игл происходит не только вглубь частицы, но и наружу, что, наряду с диффузией бора в железо, и обуславливает увеличение размера частиц. К поверхности некоторых частиц прилипают микрочастицы карбида бора или оксида бора (рис. 1, б) [6]. Также после борирования в течение 2 и более часов на поверхности некоторых частиц появляются трещины. Это объясняется образованием двухфазного боридного слоя, состоящего из FeB и Fe₂B, при этом в фазе FeB возникают растягивающие напряжения, а в фазе Fe₂B – сжимающие. Нескомпенсированность двух видов напряжений и является причиной образования трещин на поверхности частиц.

Таким образом, установлено, что после химико-термической обработки порошков стали и чугуна происходит увеличение размеров и массы частиц, изменение качества их поверхности, что оказывает влияние на технологические свойства. Поскольку более дисперсный порошок обладает большей удельной поверхностью, а соотношение насыщающая среда : насыщаемая среда выбирали по массе, поэтому можно предположить, что при диффузионном легировании толщина боридного слоя на частицах, обладающих большей удельной поверхностью, будет меньшей.

Таким образом, в результате проведенной работы были исследованы технологические особенности диффузионного борирования частиц порошка колотой чугуновой дроби. Получены закономерности толщины диффузионного боридного слоя от времени и температуры химико-термической обработки. Установлено, что после борирования увеличиваются размер и масса частиц порошка, при этом поверхность становится шероховатой за счет выкрашивания хрупких боридов железа и прилипания к поверхности частиц карбида бора.

Литература

1. Люцко, В. А. Технология и установки магнитно-электрического упрочнения плоских поверхностей деталей машин : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.04.13 / В. А. Люцко ; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2004. – 24 с.
2. Петришин, Г. В. Применение самофлюсующихся порошков в процессе магнитно-электрического упрочнения / Г. В. Петришин // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Машиностроение. – 2004. – № 4. – С. 37–38.
3. Пантелеенко, Ф. И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия из них / Ф. И. Пантелеенко. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – 300 с. : ил.
4. Электромагнитная наплавка плоских изношенных поверхностей деталей машин / Ф. И. Пантелеенко [и др.] // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2004. – № 1. – С. 2–6.
5. Пантелеенко, Е. Ф. Особенности диффузионного легирования и расчет толщины боридного слоя полидисперсных систем частиц чугуна / Е. Ф. Пантелеенко // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2009. – № 1. – С. 3–9.
6. Петришин, Г. В. Диффузионно-легированный стальной порошок для магнитно-электрического упрочнения / Г. В. Петришин, Е. Ф. Пантелеенко, А. Ф. Пантелеенко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2006. – № 4. – С. 26–31.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОШИВКИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

А. А. Боровиков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Современный уровень развития трубного производства характеризуется большим разнообразием применяемых способов и технологий для производства бесшовных труб, каждому из которых присущи свои особенности, достоинства и недостатки.

Наибольшее распространение в трубном производстве получили двухвалковые станы винтовой (косой) прокатки с бочковидными, грибовидными и дисковыми валками, где в качестве направляющего инструмента используют линейки, диски (приводные, неприводные) и ролики.

В большинстве известных источников, описывающих процесс прошивки полой заготовки, рассматривается схема очага деформации с бочковидными прокатными валками. Но при рассмотрении валков грибовидной формы основным отличием которых является наличие угла раскатки, необходимо учитывать данный параметр при расчете основных параметров прошивки трубной заготовки.

Для очага деформации с грибовидными валками (рис. 1) в известных литературных источниках не представлен в полном объеме расчет основных параметров рабочих валков и оправки прошивного стана.

При расчете энергосиловых параметров прошивки используются такие параметры как: давление прокатки, общая площадь контакта заготовки с валками, усилие

прокатки, осевое усилие на оправку, момент прокатки на одном валке и осевое усилие на валке.

Далее рассмотрим данные параметры и способ их расчета применительно к грибовидным валкам.

1. Давление прокатки p , Н:

$$p = n_{\sigma} \cdot \sigma_{\phi},$$

где n_{σ} – коэффициент напряженного состояния очага деформации;

$$n_{\sigma} = 1,25 \cdot \ln\left(\frac{d_{\text{cp}}}{b_{\text{cp}}}\right) + 1,25 \cdot \frac{d_{\text{cp}}}{b_{\text{cp}}} - 0,25,$$

где d_{cp} – средний диаметр заготовки, мм; b_{cp} – средняя ширина контактной поверхности, мм; σ_{ϕ} – сопротивление пластической деформации обрабатываемого металла в очаге деформации, МПа;

$$\sigma_{\phi} = 10 \cdot k \cdot \sigma_0 \cdot U^a \cdot (10 \cdot \varepsilon)^b \cdot \left(\frac{T}{1000}\right)^c,$$

где k , σ_0 , a , b , c – экспериментальные коэффициенты обрабатываемого металла; T – температура деформации, °С.

$$U = \frac{\varepsilon}{t} c^{-1}; \varepsilon = \frac{D_3^2 - D_I^2 + D_{\text{оп}}^2}{D_3^2}; t = \frac{\sum l_i}{V_{\text{хз}}} c; V_{\text{хз}} = \frac{\pi \cdot n_3 \cdot d_{\text{cp}}}{60} \text{ мм/с.}$$

2. Общая площадь контакта F_k , мм²:

$$F_k = \frac{b_0 + b_1}{2} \cdot L_{01} + \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot L_{12} + \frac{b_2 + b_3}{2} \cdot L_{23} + \frac{b_3 + b_4}{2} \cdot L_{34},$$

где b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 – ширина контактных поверхностей в конце участков сечений, соответственно; $L_{01}, L_{12}, L_{23}, L_{34}$ – длина очага деформации от одного сечения до другого, соответственно.

3. Усилие прокатки P , Н (рис. 1):

$$P = p \cdot F_k.$$

4. Осевое усилие на оправку Q , Н:

$$Q = \frac{P}{2}.$$

5. Момент прокатки на одном валке M , Н · мм:

$$M = P \cdot \left(R_2 \cdot \sin \psi \cdot \cos \beta + \frac{b_{\text{cp}}}{2} \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi_k \right) + \frac{Q}{2} \cdot R_2 \cdot \sin \beta,$$

где ψ – угол определяющий положение равнодействующей, град; β – угол подачи, град; φ_k – угол конуса раскатки оправки, град.

$$\psi = \arctan\left(\frac{b_3}{B}\right).$$

6. Осевое усилие на валке U_v , Н:

$$U_v = Q \cdot \cos \varphi_k + P \cdot (\cos \psi \cdot \sin \varphi_k - \sin \beta \cdot \sin \psi).$$

На рис. 1 представлен поперечный разрез очага деформации при винтовой прокатке.

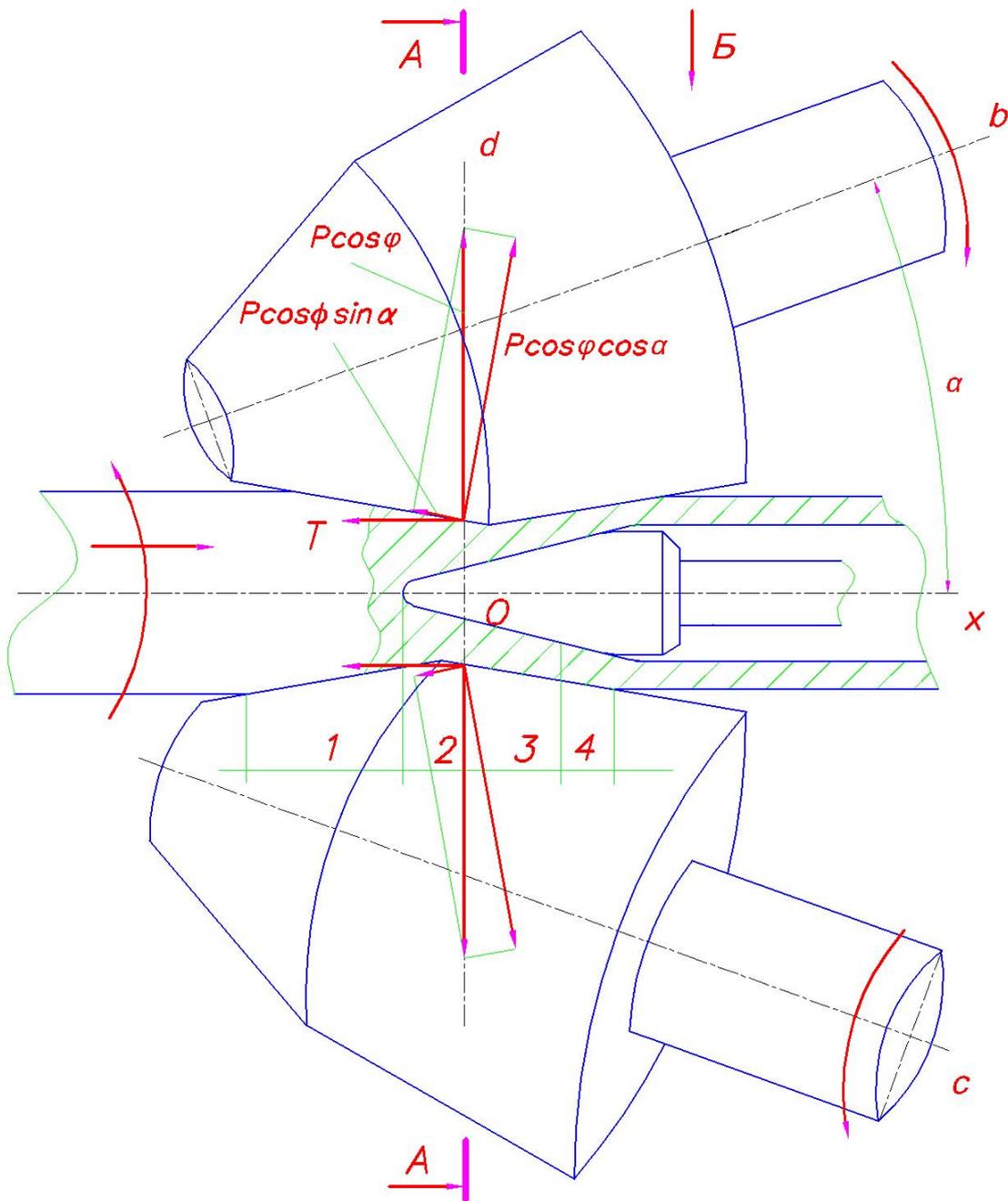


Рис. 1. Поперечный разрез очага деформации при винтовой прокатке

На рис. 2 показан поперечный разрез очага деформации винтовой прокатки с обозначенными сечениями по очагу деформации: 0 – сечение очага деформации при контакте заготовки с валками; I – сечение очага деформации перед носком оправки; II – сечение очага деформации в месте пережима; III – сечение очага деформации в месте перехода с конуса раскатки на цилиндрическую часть оправки; IV – сечение очага деформации в месте прекращения контакта заготовки с валками.

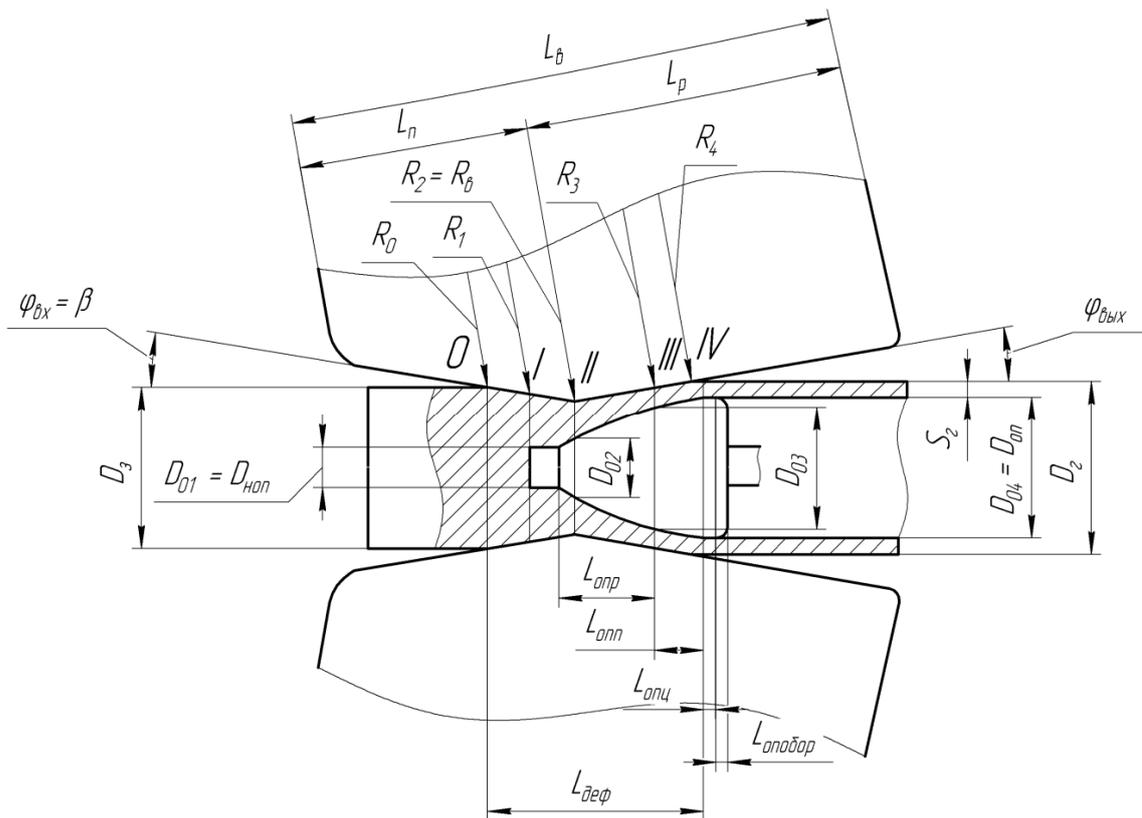


Рис. 2. Схема очага деформации с грибовидными валками

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СЕЧЕНИЯ ПОЛОСЫ ПРИ ПРОКАТКЕ НА БЛЮМИНГЕ

В. В. Феофилов

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Формоизменение сечения полосы при многократной прокатке в прокатных валках блюминга определяет все основные параметры прокатки. Для расчета размеров сечения полосы используются различные методики. Основной их недостаток состоит в необходимости многократного перерасчета результатов. Для исключения этого недостатка разработана новая методика расчета формоизменения сечения полосы при прокатке, которая исключает повторный перерасчет. Разработанная методика состоит в выполнении следующей последовательности расчетов.

Определение количества проходов

Определение размеров заготовки в горячем состоянии:

$$H_r = 1,013 \cdot H_x;$$

$$B_r = 1,013 \cdot B_x.$$

Суммарные обжатия высоты и ширины заготовки:

$$\sum \Delta hH = H_r - h_n + k(B_r - h_n);$$

$$\sum \Delta hB = B_r - h_n + k(H_r - h_n).$$

Средний катающий диаметр валков:

$$D_k = D_0 - 2 \cdot h_{вр}.$$

Максимальное и среднее обжатия полосы:

$$\Delta h_{\max} = D_k (1 - \cos(\varphi_{\max}));$$

$$\Delta h_{\text{cp}} = 0,9 \Delta h_{\max}.$$

Точное число проходов прокатки:

– по высоте заготовки:

$$m_H = \frac{\sum \Delta hH}{\Delta h_{\text{cp}}};$$

– по ширине заготовки:

$$m_B = \frac{\sum \Delta hB}{\Delta h_{\text{cp}}}.$$

Определение числа проходов прокатки:

Число m_H округляется до нечетного числа n_H .

Число m_B округляется до четного числа n_B .

Общее число проходов прокатки:

$$n = n_H + n_B.$$

Количество калибров на длине валка: $\nu = \frac{n-1}{2}$.

Определение формы сечения полосы по проходам прокатки блюминга

Средние значения обжатий заготовки:

– высоты заготовки:

$$\Delta h_{\text{cp}H} = \frac{\sum \Delta hH}{n_H};$$

– ширины заготовки:

$$\Delta h_{cp} B = \frac{\sum \Delta h B}{n_B}.$$

Вначале определяется обжатие в последнем проходе прокатки Δh_n , в котором формируется готовый профиль. Для этого подбирается такое значение Δh_n , которое удовлетворяет следующим условиям:

$$\frac{\Delta h_n}{\Delta h_{cp} H} = 0,8 \dots 0,98;$$

$$\Delta h_n + h_n - \text{кратно числам 5 или 10}.$$

Далее определяются обжатия полосы по высоте заготовки H_r по проходам прокатки. Для этого значения обжатий полосы назначаются произвольно кратными 5 или 10 с соблюдением возможного превышения обжатий для начальных проходов на 5...10 мм над $\Delta h_{cp} H$, округленного до 5 или 0 и возможного уменьшения обжатий для последних проходов на 5...10 мм:

$$\frac{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_5 + \Delta h_6 + \dots \Delta h_{n-4} + \Delta h_{n-3} + h_n}{n_H} = A.$$

Полученное число A должно превысить число $\Delta h_{cp} H$ не более чем на 5 мм.

Далее определяются обжатия полосы по ширине заготовки B_r по проходам прокатки. Для этого значения обжатий полосы назначаются произвольно кратными 5 или 10 с соблюдением возможного превышения обжатий для начальных проходов на 5...10 мм над $\Delta h_{cp} B$, округленного до 5 или 0 и возможного уменьшения обжатий для последних проходов на 5...10 мм:

$$\frac{\Delta h_3 + \Delta h_4 + \Delta h_7 + \Delta h_8 + \dots \Delta h_{n-2} + h_{n-1}}{n_B} = C.$$

Полученное число C должно превысить число $\Delta h_{cp} B$ не более чем на 5 мм.

Таким образом, получен ряд значений обжатий полосы Δh_i по всем проходам прокатки. Он будет базовым для следующего определения размеров полосы по проходам прокатки против хода прокатки.

Определение размеров сечения полосы для проходов прокатки на блюминге

Расчет можно вести по ходу прокатки и против. В связи с накоплением ошибки расчетов предпочтительно начинать вычисления с меньших размеров, т. е. против хода прокатки.

Ширина и высота сечения полосы в последнем проходе и в последнем калибре равны h_n .

Для предпоследнего четного $(n - 1)$ прохода прокатки:

1) ширина полосы в предпоследнем проходе:

$$b_{n-1} = h_n + \Delta h_n;$$

2) уширение полосы в последнем проходе:

$$b_n = k + \Delta h_n;$$

3) высота полосы в предпоследнем проходе:

$$h_{n-1} = h_n + \Delta b_n.$$

Далее размеры сечения определяются в следующем порядке.

Для нечетных проходов прокатки, кроме последнего прохода (1, 3, 5... $(n - 2)$), после которых отсутствует кантовка полосы и следующий проход в этом же калибре, размеры полосы определяются по формулам:

$$h_{2j-1} = h_{2j} + \Delta h_{2j};$$

$$b_{2j} = k \cdot \Delta h_{2j};$$

$$b_{2j-1} = b_{2j} + \Delta b_{2j},$$

где $j = 1 \dots (v - 1)$, j – номер калибра.

Для четных проходов прокатки (2, 4, 6... $(n - 3)$), после которых имеется кантовка полосы перед входом в следующий калибр, размеры полосы определяются по формулам:

$$b_{2j} = h_{2j+1} + \Delta h_{2j+1};$$

$$\Delta b_{2j} = k \cdot \Delta h_{2j+1};$$

$$h_{2j} = b_{2j+1} + \Delta b_{2j+1},$$

где $j = 1 \dots (v - 1)$, j – номер калибра.

Полученные данные заносятся в таблицу.

Секция III ЭНЕРГЕТИКА

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ПРОФИЛЯ ЕЛОЧНОГО ХВОСТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ПАРОВЫХ ТУРБИН НА ЕГО НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

А. Ю. Бояршинов

*Институт проблем машиностроения имени А. Н. Подгорного
НАН Украины, г. Харьков*

Т. Н. Фурсова

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Научный руководитель А. Л. Шубенко

Для крепления высоконагруженных лопаток последних ступеней ЦНД паровых турбин широко применяются елочные хвостовые соединения, обладающие большой несущей способностью благодаря увеличенному числу опорных поверхностей. Эти соединения работают в условиях сложного напряженного состояния, определяемого высокими статическими нагрузками и сложной геометрической формой с пересечением образующих плоскостей под различными углами, что определяет характер неравномерного распределения силовых линий в объеме хвостовика.

В проведенных ранее исследованиях [1]–[4] напряженно-деформированного состояния (НДС) елочных хвостовых соединений лишь констатировалось неравномерное распределение напряжений, но не давались рекомендации по повышению равномерности их распределения. Совершенствование конструкций хвостовых соединений с целью снижения общих и местных напряжений не получило до настоящего времени достаточного развития. С этой целью было проведено исследование влияния геометрии общей формы елочного хвостовика – угла раскрытия боковых образующих (φ) и угла скоса опорных поверхностей (α) – на характер его напряженного состояния. Варьирование указанными углами ограничивается общими конструктивными параметрами ступени. Это связано с тем, что число лопаток на рабочем колесе выбирается исходя из шаговых отношений в корне и на периферии лопатки.

В применяемых конструкциях елочных хвостовых соединений, где плоскости опорных площадок расположены под углом к оси хвостовика (рис. 1), действующая на опору сила N , раскладывается на горизонтальную P_x и вертикальную $P_{оп}$ (P_y) составляющие. При этом наблюдается некоторое сглаживание эпюры напряжений в опасном сечении за счет действия разгружающего момента от горизонтальной составляющей. Кроме того, скос, выполненный под углом, позволяет увеличить радиусы закруглений и снизить концентрацию напряжений.

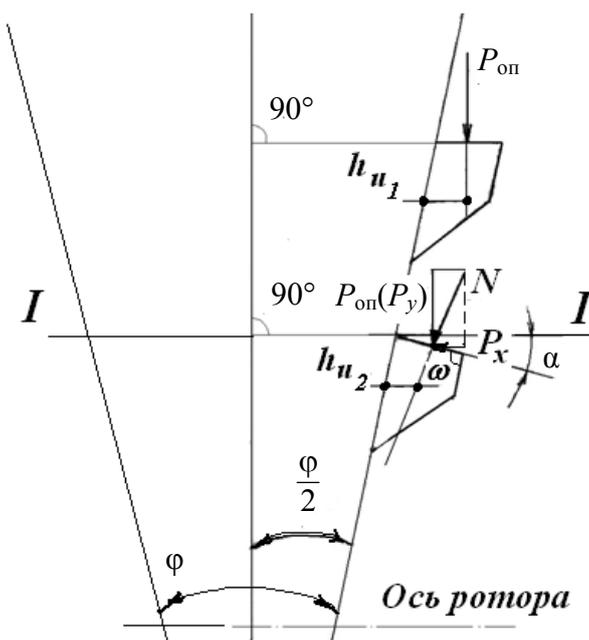


Рис. 1. Силовая схема

На рис. 2 показано распределение напряжений, полученное с помощью программного комплекса ANSYS в двухмерной постановке задачи для стандартной конструкции профиля с углом клина $\varphi = 18^\circ$ и углом скоса зубцов $\alpha = \frac{\varphi}{2} = 9^\circ$. Влияние на НДС хвостовика скоса опорных поверхностей зубцов исследовалось при углах скоса $\alpha = 0 \div 36^\circ$ (при $\varphi = 18^\circ$).

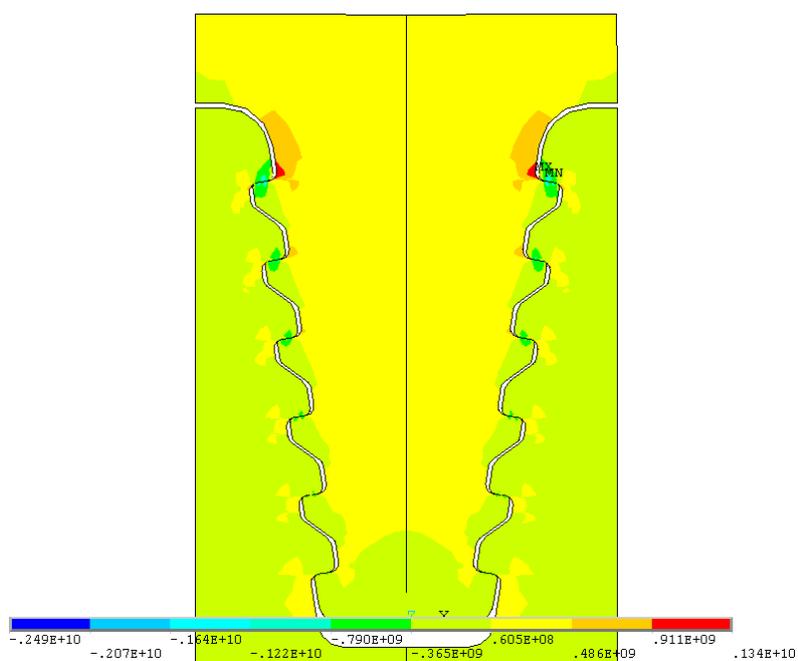


Рис. 2. Распределение напряжений в елочном хвостовом соединении (в радиальном направлении)

Как показали проведенные исследования, максимальные напряжения в зоне закругления верхнего зубца меняются незначительно (их величина колеблется от 1320 до 1370 МПа), однако с возрастанием угла наклона опорных поверхностей происходит перераспределение и уменьшение средних и максимальных напряжений в сечении $I - I$ в закруглениях у опорных поверхностей зубцов (рис. 1). Это приводит к уменьшению теоретических коэффициентов концентрации напряжений K_t . Их изменение представлено на рис. 3, откуда следует, что при увеличении угла скоса опорной поверхности α от 0 до 36° коэффициент концентрации снижается в 2 с лишним раза.

Более полное представление о влиянии различных факторов на НДС конструкции может быть получено с помощью эффективных коэффициентов концентрации. Для их определения воспользуемся формулой, предложенной Нейбером [5]:

$$K_a = 1 + \frac{K_t - 1}{1 + \frac{\pi}{\pi - \omega} \sqrt{\frac{A}{R}}},$$

где $A = 0,092$ мм – постоянная материала по Нейберу; K_t – теоретический коэффициент концентрации напряжений; R – радиус закругления у основания выреза; ω – входящий угол выреза в виде V -образного паза, выражающийся в радианах (рис. 4).

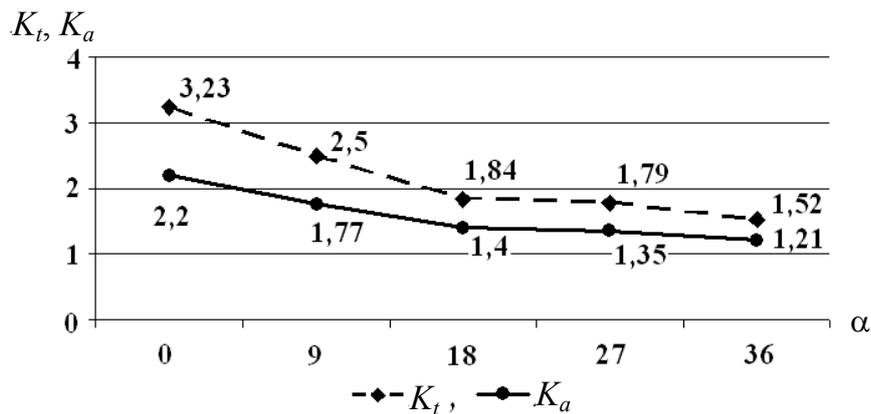


Рис. 3. Теоретические и эффективные коэффициенты концентрации напряжений

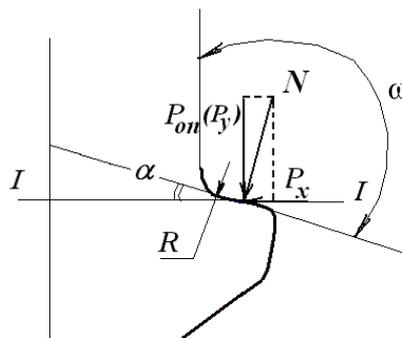


Рис. 4. Действие реактивного усилия в елочном профиле со скосом опорной поверхности

Проведенное исследование при угле клина $\varphi = 24^\circ$ показало, что в этом случае происходит некоторое снижение средних и максимальных напряжений. Теоретический коэффициент концентрации напряжений $K_t = 1,68$, эффективный – $K_a = 1,39$. Следует отметить, что стремление ограничить шаговое отношение на периферии приводит к его малым значениям в корне, где оно, как правило, не превышает $t/b \approx 0,3$. В этих условиях угол клина елочных хвостовых соединений φ в наиболее распространенных случаях не может быть выполнен более 18° .

Таким образом, в условиях ограниченных возможностей по выбору общей геометрии хвостовика (угол раскрытия боковых образующих) эффективным средством для снижения общей и местной неравномерности распределения напряжений является выполнение опорных площадок хвостовика под углом к боковой образующей.

Литература

1. Лейкин, А. С. Напряженность и выносливость деталей сложной конфигурации / А. С. Лейкин. – М. : Машиностроение, 1968. – 371 с.
2. Прочность элементов паровых турбин / под ред. Л. А. Шубенко-Шубина. – М., К. : ГНТИ машиностроит. лит-ры, 1962. – 568 с.
3. Сухинин, В. П. Расчет нагрузочных и деформационных характеристик елочных хвостовых соединений рабочих лопаток паровых турбин / В. П. Сухинин // Проблемы машиностроения. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 38–46.
4. Гиацинтов, Е. В. Влияние некоторых конструктивных параметров на распределение усилий в замковых соединениях елочного типа / Е. В. Гиацинтов // Труды Моск. технол. ин-та. – М., 1959. – Вып. 37. – С. 350–357.
5. Хэйвуд, Р. Б. Проектирование с учетом усталости / Р. Б. Хэйвуд. – М. : Машиностроение, 1969. – 504 с.

ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИНИИ АВТОКЛАВНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВА ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

В. В. Мясникович, С. А. Сверчков

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

Научный руководитель К. Л. Левков

Директива Президента Республики Беларусь № 3 от 14.06.2007 г. «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» напрямую связывает энергетическую безопасность страны с проблемами энергосбережения.

Сегодня стоимость энергии и топливно-энергетических ресурсов является весомой составляющей в части производственных затрат любого промышленного предприятия, особенно в условиях беспрецедентного роста тарифов на энергоресурсы, требуемых для полноценной работы предприятия. Не исключается, что стоимость импортируемого природного газа – основного ресурса в приходной части энергобаланса Республики Беларусь – возможно в ближайшем будущем достигнет европейского уровня цен.

В то же время, энергоемкость теплотехнологических производств отечественной продукции в 2–2,5 раза выше среднеевропейского уровня. Это свидетельствует о неудовлетворительном использовании первичной энергии и, как следствие, ее перерасходу. Возможно реальное сокращение энергетических затрат в промышленно-

сти до 50 % за счет проведения мероприятий по энергосбережению и энергетически-эффективному использованию первичных энергоресурсов.

Стоит заметить, что теплотехнологическое предприятие с энергетической точки зрения является идеальным в том случае, если оно не потребляет электроэнергию со стороны. Поэтому для обеспечения эффективного использования топливно-энергетических ресурсов в рамках существующей теплотехнологии требуется вводить комбинированную выработку тепловой и электрической энергии (когенерация).

Также большой эффект обеспечивает переход теплотехнологических промышленных предприятий на замещение прямого сжигания природного газа для проведения низкотемпературной и среднетемпературной тепловой обработки, если это возможно. При том, что около 50 % всей энергии топлива, потребляемой в форме теплоты, обеспечивают процессы с температурным уровнем 100–200 °С. Теплоту низкого и среднего потенциала потребляют предприятия пищевой, химической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей, машиностроительной, строительной и другой промышленности [1].

В Республике Беларусь в последнее время наблюдается интенсивное строительство жилья и других объектов. За 2011–2015 гг. планируется довести объем строительства до 43 млн м² общей площади жилых домов. А введенные в 2010 г. изменения в нормы проектирования в части увеличения термосопротивлений зданий (до 25 % сохранения энергии) требуют от строительной промышленности высокого уровня качества и производства строительных материалов.

Сегодня незаменимым материалом с хорошими характеристиками по прочности и надежности является ячеистый бетон. Этот материал обладает большим количеством преимуществ перед прочими классическими строительными материалами: простота в монтаже, точная геометрия и простота в обработке, экологичность и пожаробезопасность, высокая звукоизоляция и влагоустойчивость, и ввиду хороших теплоизоляционных свойств материал не требует дополнительной теплоизоляции.

Наиболее прочными являются автоклавные ячеистые бетоны, их прочность превышает прочность бетонов естественного твердения в 8–10 раз. Дома из такого бетона способны простоять без отделки более 80 лет [2]. Таким образом, производство ячеистого бетона без использования автоклавной линии обработки неконкурентоспособно в условиях современного рынка. В то же время, линия автоклавной обработки является одной из самых энергоемких операций в производстве строительных материалов. Режим автоклавной обработки представлен в таблице.

Режим автоклавной обработки ячеистого бетона

| Режим автоклавной обработки | Затраченное время, ч |
|--|----------------------|
| Вакуумирование паром при давлении 0,25–0,5 бар | 0,75 |
| Перепуск пара для нагрева блоков, 0,4 МПа | 1 |
| Подъем давления до 0,8–1,2 МПа | 3 ÷ 4 |
| Выдержка при 0,8–1,2 МПа | 9 ÷ 6 |
| Сброс давления | 4 |
| Общий цикл запаривания | 10–15 |

Ввиду вышеперечисленного целесообразно подробно рассмотреть линию автоклавной обработки для последующего анализа с энергетической точки зрения. Для этого необходимо проанализировать энергетический баланс автоклавной линии

производства ячеистого бетона. Баланс составляется с целью оценки фактического состояния энергоиспользования, определения основных потоков рассеивания и потерь энергии, а также с целью разработки мероприятий по их снижению. Рассмотрим тепловую схему автоклавной линии с указанием потоков энергии (рис. 1).

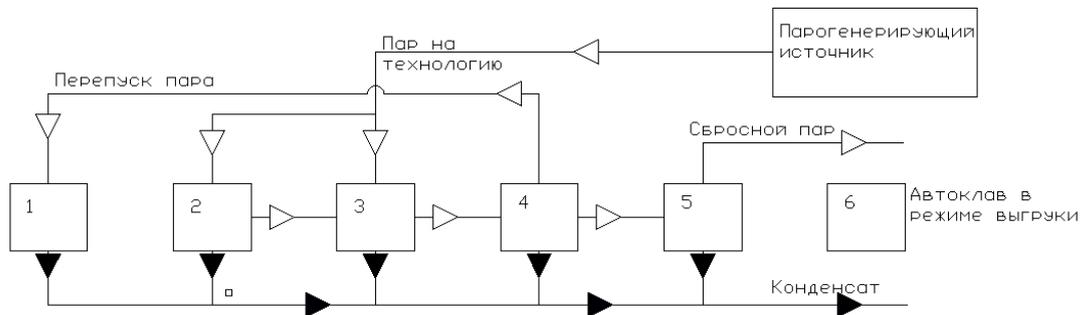


Рис. 1. Тепловая схема автоклавной обработки

На рис. 1 показаны пять автоклавов, находящихся в различных рабочих режимах (таблица). При такой схеме работы автоклавных линий существует возможность организовать перепуск пара за счет сброса давления с 1,2 до 0,9 МПа в соседний автоклав, где давление пара увеличивается с 0,1 до 0,7 МПа. Это мероприятие позволяет снизить расход первичного пара и, следовательно, снизить расход топлива, идущего на выработку этого пара; снизить объем низкопотенциальных потоков энергии, выходящих из автоклава. Но в то же время процесс перепуска пара требует остановки процесса на несколько часов, что нарушает нормальный режим работы линий. Поэтому на практике перепуск пара осуществляются не более 1–2 раз за рабочую смену.

По возможности следует оптимизировать график работы автоклавных линий: требуется организовать их последовательное включение в работу для снижения единовременной нагрузки на парогенерирующий источник. Это позволит выровнять суточный график потребления пара на технологию в целом и повысит надежность энергообеспечения технологической линии, уменьшит пережог топлива на котельной.

Организация вышеперечисленных мероприятий для оптимизации технологического процесса является крайне сложной задачей, особенно для уже существующих предприятий, так как обычно энергообеспечение «подстраивается» под технологию, а не наоборот.

Альтернативным вариантом выравнивания суточных графиков потребления пара является установка парового аккумулятора. Аккумулятор заряжается при избытке свежего пара и разряжается, если на технологию требуется большее количество пара, тем самым покрывая пиковые нагрузки. При использовании аккумулятора паровой котел работает в штатном режиме без снижения и повышения нагрузки.

При выравнивании суточных графиков потребления пара параллельно в некоторой степени выравниваются суточные графики получаемого в процессе автоклавной обработки пара низкого давления и конденсата. Эти энергопотоки являются низкопотенциальными и обычно не находят применения в рамках технологии автоклавной обработки бетона. Например, их можно использовать для подогрева воды, но технология не нуждается в большом количестве горячей воды. Поэтому стоит вопрос об эффективном использовании вторичных энергоресурсов (ВЭР) для энерге-

тической оптимизации технологии автоклавной обработки. Не исключается вариант, где было бы возможно повысить потенциал ВЭР или использовать их для производства электроэнергии для собственных нужд.

Одним из наиболее энергоэффективных мероприятий по снижению используемых топливно-энергетических ресурсов является комбинированная генерация тепловой и электрической энергии за счет использования, например, газо-поршневых агрегатов (ГПА). Вырабатываемая электрическая энергия идет на собственные нужды предприятия, а дымовые газы от ГПА идут в паровой котел-утилизатор, который обеспечивает технологию паром нужного давления. Водяная утилизация энергии дымовых газов ГПА покрывает расходы тепла на химическую водоочистку.

Таким образом, для повышения энергоэффективности промышленных предприятий всегда требуется комплексный подход. Требуется оптимизация:

- в системе энергоснабжения предприятия (ввод комбинированной выработки электрической и тепловой энергии);
- в системе утилизации ВЭР;
- технологических графиков предприятия.

Вышеперечисленные мероприятия по оптимизации позволят существенно повысить энергетическую эффективность использования первичных и вторичных энергоресурсов, выровнять графики потребления пара, снизить затраты на топливо и снизить себестоимость продукции.

Л и т е р а т у р а

1. Хрусталеv, Б. М. Техническая термодинамика : учебник : в 2 ч. Ч. 1 / Б. М. Хрусталеv [и др.]. – Минск : Технопринт, 2004.
2. Опыт производства и применение ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / Т. Г. Голубева [и др.] // Архитектура и стр-во.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ

А. А. Бобич

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

Научный руководитель В. Н. Романюк

Проблема неравномерных графиков электрической нагрузки и связанный с ней перерасход топлива характерны для большинства энергосистем. Сложилась основная пути решения соответствующей задачи, среди которых создание оптимальной структуры энергогенерирующих мощностей и реализация ограничивающих и стимулирующих мер по привлечению потребителей электроэнергии к выравниванию графиков. Новые решения, связаны с распределенными когенерационными источниками. Здесь рассматривается еще один путь решения данной задачи, связанный с привлечением паротурбинных ТЭЦ, генерация которых ограничивается графиком потребления тепловой энергии, к регулированию генерации электроэнергии. Предлагаемый способ регулирования мощности в сравнении с традиционными имеет определенные преимущества. На примере Белорусской энергосистемы оцениваются его возможности и энергосберегающий эффект.

Ежегодный перерасход топлива, связанный с неравномерностью генерации электроэнергии на ГРЭС страны составляет 90 тыс. т у. т. В энергосистеме Беларуси в отопительный период в ночные часы вынужденно разгружаются отборы ТЭЦ

на 0,25–0,35 ГВт и обеспечение потребителей осуществляется непосредственно от котлов. Величина годового перерасхода топлива, связанного с разгрузкой ТЭЦ, не менее 60 тыс. т у. т.

Применяемые способы регулирования генерации электроэнергии энергетически неэффективны и приводят к большому перерасходу топлива, который в ОЭС Беларуси оценивается величиной до 0,15 млн т в год. Регулирование мощности с помощью ТЭЦ, сопряженных с тепловыми аккумуляторами, оказывается энергетически значительно эффективнее.

Решение поставленной задачи с помощью существующих паротурбинных ТЭЦ Беларуси основывается на тепловом аккумулировании. Применение тепловых аккумуляторов практически отсутствует на объектах ОЭС Беларуси. Рассматривалось лишь использование аккумулирующей способности тепловой сети и тепловых аккумуляторов, установленных непосредственно у потребителей, для повышения эффективности ТЭЦ.

Предлагается использование центральных, вытеснительных тепловых аккумуляторов.

В практике тепловое аккумулирование применяется, как правило, для выравнивания генерации. Рассматриваемое здесь решение предполагает противоположное: за счет тепловых аккумуляторов увеличить суточную неравномерность генерации электроэнергии на ТЭЦ в соответствии с неравномерностью графика электрических нагрузок.

Предлагаемое регулирование мощности предусматривает в часы максимума графика электрической нагрузки уменьшить генерацию на КЭС и соответственно увеличить генерацию электроэнергии на ТЭЦ. В результате такого перераспределения между источниками генерации электроэнергии возникают избытки тепловой энергии, которые аккумулируются на ТЭЦ в часы дневных максимумов нагрузок.

Используя данные о нагрузках и характеристиках основного оборудования ТЭЦ энергосистемы Беларуси, для регулирования генерации, оценивается возможное их участие в обсуждаемом регулировании генерации электроэнергии и требуемые параметры тепловых аккумуляторов, обеспечивающих решение поставленной задачи: емкость, мощности систем заряда и разряда. На основе этих данных и характерных графиков электрических нагрузок принимаются два варианта максимальной температуры зарядки тепловых аккумуляторов: 150 и 120 °С. Последнее значение для ТЭЦ, где отсутствуют П-отборы, безальтернативно. Температура разрядки принята 70 °С. Период разрядки продолжительностью 7 часов определен с 23-00 до 6-00, период зарядки – 17 ч с 6-00 до 23-00. При этом требуется интегральный объем тепловых аккумуляторов 83 и 56 тыс. м³ при температурах зарядки соответственно 120 и 150 °С. Максимальный объем аккумулятора определен до 10 тыс. м³, что приемлемо для реализации.

В часы ночных провалов электропотребления появляется возможность снизить генерацию электроэнергии за счет разгрузки отборов турбин. Отпуск потребителям требуемого количества тепловой энергии сохраняется за счет тепловых аккумуляторов. Такое перераспределение в течение суток выработки тепловой энергии на ТЭЦ обеспечивает требуемое решение поставленной задачи уменьшения генерации электроэнергии в часы ночных провалов нагрузки энергосистемы с помощью ТЭЦ за счет разгрузки отборов и без перехода к отпуску тепловой энергии непосредственно от котлов. Предлагаемое уменьшение генерации на КЭС и одновременное равное увеличение ее на ТЭЦ в часы максимального спроса возможно, поскольку отборы

турбин существующих ТЭЦ Беларуси в отопительный период не загружены на полную мощность. Возможность снижения нагрузки на отборы турбин и, соответственно, генерации электроэнергии в ночное время определяется соотношением между существующим и минимально возможным пропуском пара в Т-отбор. Подобное уменьшение генерации электроэнергии на ТЭЦ достигается и используется в настоящее время. Отличие существующего регулирования от предлагаемого состоит в способе покрытия возникающего дефицита тепловой энергии: если в существующем варианте используются непосредственно котлы, то в нашем случае последнее негативное явление блокируется, а требуемый отпуск тепловой энергии происходит за счет разрядки аккумуляторов. Зарядка же последних происходит во время максимума электропотребления за счет увеличения нагрузки отборов. В результате не только уменьшается прямое сжигание природного газа в котлах, но и происходит замещение конденсационных мощностей теплофикационными.

Мотивация потребителя может быть в дифференцированном тарифе на тепловую энергию: в часы дневных максимумов тариф снижается для стимуляции аккумуляции тепловой энергии, в часы ночных провалов электропотребления – тариф увеличивается.

В Беларуси большая доля мощностей приходится на паротурбинные ТЭЦ, а имеющаяся соответствующая инфраструктура позволяет обеспечить широкое применение эффективного регулирования мощности в часы суточных провалов нагрузки с помощью ТЭЦ и тепловых аккумуляторов. Комплекс мероприятий, предназначенных для регулирования графиков генерации энергосистемы, следует дополнить способом, использующим ТЭЦ совместно с тепловыми аккумуляторами. Апробация способа на данном этапе, только в объеме рассмотренного варианта снижения мощности ночной генерации на 0,35 МВт, не только обеспечивает годовую экономию топлива до 75 тыс. т у. т. при высокой экономической эффективности, но и позволяет накопить опыт строительства и эксплуатации тепловых аккумуляторов и регулирования мощности, что потребует энергосистеме Беларуси для решения данной задачи после ввода АЭС.

Разность мощностей генерации электроэнергии на ТЭЦ в часы максимумов и минимумом потребления электроэнергии, которая может быть достигнута в предлагаемом способе регулирования, в существующих условиях в Республике Беларусь находится на уровне до 1,5 ГВт, или $\approx 70\%$ максимального диапазона регулирования существующего графика нагрузок. При этом, годовая системная экономия топлива оценивается в $\approx 0,23$ млн т у. т. Очевидно, что это существенная, но не единственная и даже не определяющая статья совокупного экономического эффекта. Регулирование генерации с помощью ТЭЦ и тепловых аккумуляторов более экономично в сравнении с привлечением электродкотлов, использование которых рассматривается с вводом АЭС. В сравнении же с пневмоаккумулирующей газотурбинной электростанцией рассеяние энергии оказывается на порядок меньше и, что важно, имеет место такое же соотношение инвестиций на реализацию соответствующих проектов. Экономические показатели рассмотренного способа регулирования генерации высокие, например, дисконтированный срок возврата инвестиций только за счет системной экономии топлива не превышает 3-х лет.

В комплексе с другими способами регулирования генерации электроэнергии в энергосистеме, минимизируется или исключается потребность в привлечении действующих КЭС к решению рассматриваемой задачи. Обеспечивается покрытие характерных графиков нагрузок в отопительный период на базе рассмотренного метода регулирования мощности. В этом случае удельный расход топлива на регулирующих

мощностях составит величину 0,17–0,20 против 0,34 кг на кВт · ч, что имеет место в настоящее время на конденсационных паротурбинных блоках в режимах регулирования генерации. Важно и то, что, при этом, сохраняются режимы работы оборудования, не увеличивающие выработку моторесурса – проблемы особенно актуальной для газотурбинных установок, которые сегодня необходимо интегрировать в состав паротурбинных станций и в первую очередь в структуру ТЭЦ, которых в энергосистеме достаточно (таблица), чтобы реализовать предложенный способ регулирования.

Величину требуемого снижения генерации можно распределить между ТЭЦ разными способами, что составляет отдельную задачу. Для определения вклада каждой ТЭЦ в общий результат требуется учитывать возможность уменьшения и увеличения мощности за счет Т-отборов конкретной ТЭЦ в часы экстремумов графиков нагрузки энергосистемы и, при необходимости, привлечения П-отборов к пиковому нагреву прямой сетевой воды. Необходимо знать удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении по каждому из отборов, а также удельный расход топлива на единицу продукции: тепловой энергии и электроэнергии.

Некоторые показатели основных ТЭЦ Беларуси за отопительный период

| № п/п | Название станции | Начальное давление пара, ата | Средний отпуск за отопительный период | | Осредненная удельная теплофикационная выработка | Средняя мощность отопительного периода | |
|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------|
| | | | электроэнергии | тепловой энергии | | $N_{э,ср}$ МВт | Q_T Гкал/ч |
| | | | $W_э \cdot 10^{-3}$ МВт · ч | $Q_T \cdot 10^{-3}$ Гкал | | | |
| 1 | Минская ТЭЦ-4 | 240 | 3083 | 4064 | 759 | 702 | 925 |
| 2 | Бобруйская ТЭЦ-2 | 130 | 518 | 1268 | 409 | 118 | 289 |
| 3 | Новополоцкая ТЭЦ | 130 | 562 | 1959 | 287 | 128 | 446 |
| 4 | Гомельская ТЭЦ-2 | 130 | 1335 | 1801 | 741 | 304 | 410 |
| 5 | Гроденская ТЭЦ-2 | 130 | 669 | 2006 | 334 | 152 | 457 |
| 6 | Могилевская ТЭЦ-2 | 130 | 704 | 1620 | 435 | 160 | 369 |
| 7 | Мозырская ТЭЦ | 130 | 374 | 1002 | 374 | 85 | 228 |
| 8 | Светлогорская ТЭЦ | 130 | 254 | 709 | 358 | 58 | 161 |
| 9 | Жодинская ТЭЦ | 90 | 87 | 376 | 231 | 20 | 86 |
| 10 | Витебская ТЭЦ | 90 | 197 | 533 | 370 | 45 | 121 |
| | <i>Итого</i> | – | $7,78 \cdot 10^3$ | $15,3 \cdot 10^3$ | 507 | – | – |

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Ю. П. Рабкевич, К. Л. Левков

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

Научный руководитель В. Н. Романюк

В настоящее время рациональное использование энергии и энергетических ресурсов занимает одно из ведущих мест в экономической политике любой страны.

Для Республики Беларусь особенно актуален этот вопрос, так как основное энергетическое сырье приходится закупать.

Промышленность Беларуси характеризуется высокой степенью концентрации производства. Около 10 % от числа промышленных предприятий производят более 60 % промышленной продукции. Высокая производительность наблюдается в топливной промышленности, черной металлургии, строительной отрасли, химической и нефтехимической промышленности.

Энергосбережение на предприятиях является неотъемлемой частью рабочего процесса. Все современные технологии, которые внедряются, принято называть энергосберегающими. Для экономии первичных энергетических ресурсов необходимо всегда максимально рационализировать использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) или проводить регенерацию в цикле.

В последнее время наблюдается интенсивное строительство жилья и других объектов в стране. За 2011–2015 гг. планируется построить 43 млн м² общей площади жилых домов. В 2010 г. в Беларуси введены в действие изменения в нормы проектирования в части увеличения термосопротивления зданий, что позволит сэкономить до 25 % энергии при их эксплуатации. В связи с этим производство силикатных строительных материалов имеет большое значение для нашей страны.

Абсолютным лидером по изготовлению газобетонных изделий из расчета на душу населения из соседних стран является Беларусь, где за последние пять лет объем производства нарастен на 1 млн м³ и достиг показателя в 3,5 млн м³ в год. На сегодняшний день на территории страны работает более 10 крупных предприятий по выпуску изделий из ячеистого бетона. Основной объем производства приходится на заводы, работающие по технологиям фирм «Маза-Хенке», «Хебель», «Итонг».

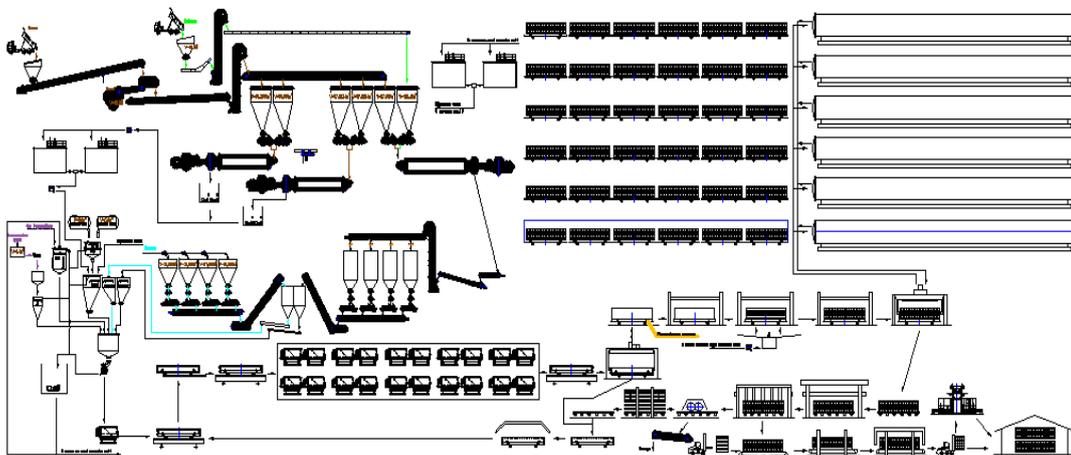


Рис. 1. Технологическая схема производства ячеистого бетона

Технология автоклавного ячеистого бетона (рис. 1) предполагает использование в молотых сырьевых материалах, при автоклавной обработке в определенном режиме при температуре 180–190 °С и давлении пара 12 бар по норме 0,15 т/м³ образуются новые соединения с хорошими прочностными и эксплуатационными характеристиками.

Процесс автоклавной обработки силикатных изделий является нестационарным и теоретически его можно разделить на 3 этапа: подъем давления в автоклаве (до 1,2 МПа; 3 ч), выдержка (1,2 МПа; 6,5 ч) и сброс давления (1,5 ч). Загрузочно-разгрузочные опера-

ции – 6 ч. Общий цикл запаривания составит 17 ч. Данные приведены для производства по технологии «Маза-Хенке» [1].

Цель выполненного исследования – выявить ВЭР в технологии по производству силикатных изделий и предложить методы по их утилизации. В ходе работы был найден расход пара для проведения автоклавной обработки изделий, а так же количество образовавшегося в результате данного технологического процесса конденсата и сбросного пара. Расчет проводился для технологической линии производства в 220 тыс. м³ в год, что соответствует. Вместимость автоклава производства «Уралхиммаш» составляет 100,8 м³ материала. Данные занесенные в табл. 1, приведены на 1 м³ изделия.

Таблица 1

Расход теплоносителей в процессе обработки силикатных изделий

| Расходы теплоносителей | Единица измерения | Подъем | Выдержка | Сброс | Всего |
|------------------------|-------------------|--------|----------|-------|-------|
| Греющий пар | кг/м ³ | 119 | 33 | – | 151 |
| Сбросной конденсат | кг/м ³ | 111 | 62 | – | 173 |
| Сбросной пар | кг/м ³ | – | – | 24 | 24 |

В результате работы производства наблюдается неравномерная подача греющего пара на технологию, а так же образуется большое количество низкопотенциальных ВЭР (табл. 2).

Таблица 2

Параметры ВЭР в технологии обработки ячеистого бетона

| Вторичные энергоресурсы | Температура | Энтальпия | Тепловой поток |
|---|-------------|-----------|----------------|
| Единица измерения | °С | Дж/кг | кВт |
| Сбросного конденсата и удаленной влаги из бетона (подъем) | 118 | 494073 | 543 |
| Сбросного конденсата и удаленной влаги из бетона (выдержка) | 166 | 701042 | 431 |
| Сбросного пара | – | 2759595 | 654 |
| Суммарное количество | – | – | 1627 |

Для экономии первичных энергетических ресурсов необходимо всегда максимально рационализировать использование ВЭР или проводить регенерацию в цикле. В технологии производства ячеистого бетона возможны следующие методы по утилизации вторичных энергетических ресурсов:

- а) перепуск пара;
- б) установка парового аккумулятора Рутса;
- в) установка нового типа аккумулятора скрытой теплоты (latent heat storage);
- г) использовать потоки энергии для нагрева воды в теплообменнике.

Перепуск пара: пар поступает из автоклава, находящегося в режиме сброса давления, в автоклав, находящийся в режиме подъема. Разбиение работы автоклавов на неодновременное прохождение всех процессов тепловлажностной обработки вызывает некоторое неудобство, но позволяет снизить потребление пара из котельной. В ходе этого могут появиться простои в работе и сложности с пуском оборудования.

В промышленности, хранение вторичной тепловой энергии позволяет гибко использовать энергоресурсы, и оптимизировать загрузку мощностей, за счет компенсации временных колебаний спроса. На сегодняшний день, практикуют хранение отработанного пара в баках аккумуляторов Рутса. Эти резервуары зарекомендовали себя простотой и надежностью. Недостаток конструкции – давление и температура пара быстро падают в процессе разгрузки аккумулятора, когда пар направляется для заполнения следующего автоклава. В настоящее время разработан и испытан новый способ для хранения потенциала тепловых отходов.

Аккумулятор скрытой теплоты, который способен производить технологический пар в диапазоне температур от 120 до 250 °С на основе материалов фазового перехода (ФПМ). Различные соляные соединения, каждое из которых плавится в определенном диапазоне температур, используются в качестве накопителя энергии. Также принято располагать графитовое оребрение в ФПМ, чтобы улучшить теплообмен. Аккумулятор скрытой теплоты преобразует энергию в непрерывный поток для последующего использования в тепловых процессах. Эта разработка принадлежит фирме Байн (bine), Германия. Если несколько резервуаров для хранения объединены по каскадной системе, это позволит более полно использовать тепло при изменяющейся температуре генерации пара при заполнении автоклавов [2].

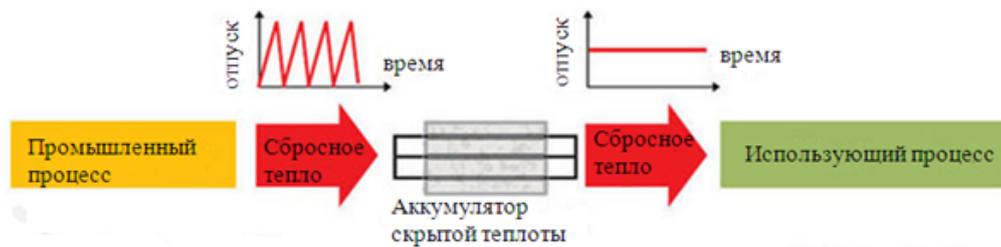


Рис. 2. Принцип работы бака-аккумулятора

Температура воды перед подачей в котел составляет 85–90 °С. Ее подогрев возможно осуществлять в теплообменном аппарате (ТОА), греющей средой которого будет являться загрязненный конденсат. Сброс пара и конденсата происходит с большими временными паузами, для чего необходимо применять аккумуляторы описанные ранее. Проблематичным является вопрос с чисткой ТОА. Однако данный метод прост в реализации и не требует больших капиталовложений.

Особенностью предприятий силикатных изделий является наличие большого количества тепловых отходов, преобразование которых в полезную тепловую энергию является наиболее простым решением, но не актуальным. Необходимо применение современных способов, позволяющих получать высококачественную энергию, например электрическую. Среди рассмотренных методов по утилизации ВЭР при производстве силикатных изделий следует выделить новый способ: аккумулялирование скрытой теплоты.

Литература

1. Опыт производства и применения ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / Т. Г. Голубева [и др.] // Архитектура и стр-во. – 2008.
2. Latent heat storage provides process steam / Kerstin Conrad. – Access mode: http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Englische_Infos/projekt_0908_engl_internetx.pdf. – Date of access: 12.02.2011.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОГОРОДКОВ

Ю. И. Ланкевич, А. В. Синенький

Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси, г. Минск

Научный руководитель Л. С. Герасимович

Главными требованиями энергоэффективности АПК является энергоэкономичное, бесперебойное и качественное комплексное энергообеспечение предприятий всех отраслей аграрного производства. С позиции совместного эффективного использования различных энергоресурсов и энергобезопасности АПК необходимо научное обоснование длительного комплексного использования традиционных централизованных и нетрадиционных местных и возобновляемых энергоресурсов. При этом особое значение имеют предприятия и агрогородки АПК, обладающие значительным энергетическим потенциалом местных, вторичных и возобновляемых ресурсов.

Социальный и экономический эффект комплексного энергообеспечения агрогородков возникает на различных этапах развития энергетики: при эксплуатации, планировании, прогнозировании развития, строительстве новых и реинжиниринге существующих энергосистем.

Целью исследований является повышение эффективности системы комплексного энергоснабжения агрогородков с использованием местных и возобновляемых энергоресурсов.

Модели энергетических систем агрогородков следует представлять в виде сложной энергетической сети, где анализируют энергетические потоки, начиная с добычи ресурсов до конечного потребления. Уровень детальности моделируемой системы определяется пользователем. Приемлемое решение для развития или оперативного управления системой получается или посредством пошагового моделирования, или посредством оптимизационного алгоритма.

В качестве возможных критериев оптимизации выбирают критерии:

- минимизированных капитальных и эксплуатационных затрат;
- минимизированного импорта энергоресурсов;
- минимизированных вредных выбросов;
- минимизированного резерва энергоисточников;
- другие критерии энергоэкономической безопасности потребителей.

К настоящему времени разработано достаточно большое число математических моделей и программ для решения различных задач, связанных с анализом и оптимизацией энергетических систем. Список программ включает модели оптимизации электрогенерирующих мощностей, модели анализа функционирования энергосистем с учетом всего жизненного цикла энергосистемы.

В такой постановке задачи энергетического планирования решаются с помощью сложных пакетов программ, типа MARKAL, MESAP, LEAP, ENPEP и т. п. Эти средства позволяют планировать и оптимизировать энергетические системы с различными граничными условиями, различными пространственными и временными масштабами и с различной степенью детализации их компонентов.

В качестве примера рассмотрим моделирование системы КЭО агрогородка в среде ENPEP-Balance. Алгоритм в приложении ENPEP-Balance основан на решении системы нелинейных уравнений и неравенств [1]. В качестве входных параметров используется информация о структуре энергетической системы; статистические данные о производстве и потреблении энергии в базовом году; цены на энергию; прогноз роста спроса на энергию; технические возможности и политические ограничения

(государственные и региональные); инновационные организационно-технические и технико-технологические разработки.

Разрабатывается обобщенная схема энергетической сети: от первичных энергоресурсов до спроса на полезную энергию в секторах конечного потребления с помощью узлов и связей, представляющих собой различные компоненты энергосистемы агрогородков. Узлами являются компьютерные процедуры, которые моделируют процессы подачи, преобразования и потребления энергоресурсов (рис. 1).

Ветви типовых узлов энергосистем агрогородков следующие: извлекаемые энергоресурсы; возобновляемые энергоресурсы; процессы конверсии энергии транспорт энергоресурсов; спрос на полезную энергию; формирование цены на энергоресурсы; хранилища энергоресурсов; система электрогенерирующих источников; выбор формы (вида) энергии.

Расчетные соотношения определяются входными параметрами для каждого узла энергетической сети: задают количество преобразованной энергии и цены на различных стадиях производства, переработки и использования энергии. Решение задачи сводится к нахождению точки равновесия при пересечении кривых спроса и предложения для каждого вида энергии, включенного в энергетическую схему. Равновесие достигается тогда, когда модель находит такой набор цен и количества энергии, который удовлетворяет заданному пользователем допустимому пределу сходимости. Таким образом имитируется различная энергетическая обстановка для прогнозирования энергообеспечения и развития возможных энергоэкономических ситуаций и угроз.

Комплексное энергообеспечение агрогородков предполагает оптимизацию целевой функции (минимума) совместного использования всех энергоресурсов при максимальной энергоэффективности всех секторов агрогородка [2].

Имитационная модель системы комплексное энергообеспечение агрогородка в среде ENPER-Balance представлена на рис. 1.

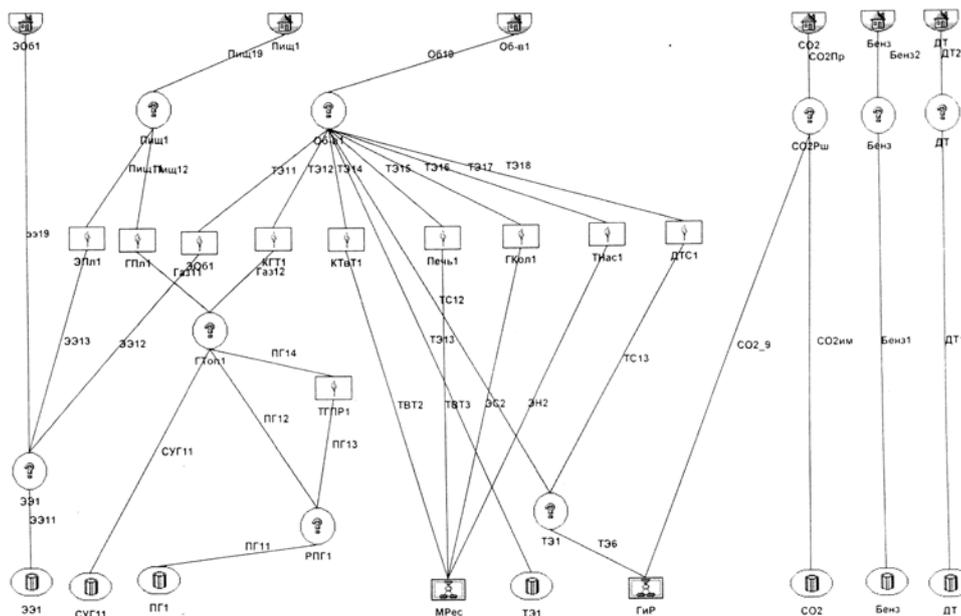


Рис. 1. Структурная схема производственного сектора, выполненная средствами Balance

Моделируя сценарии развития агрогородка с включением в модель прогнозов цен на энергоресурсы, получаем различные сроки окупаемости и доходность сценариев с возможностью отбора подходящих заранее заданным критериям. В качестве примера на рис. 2 представлены результаты экономических расчетов для одного из агрогородков с автономным энергоцентром.

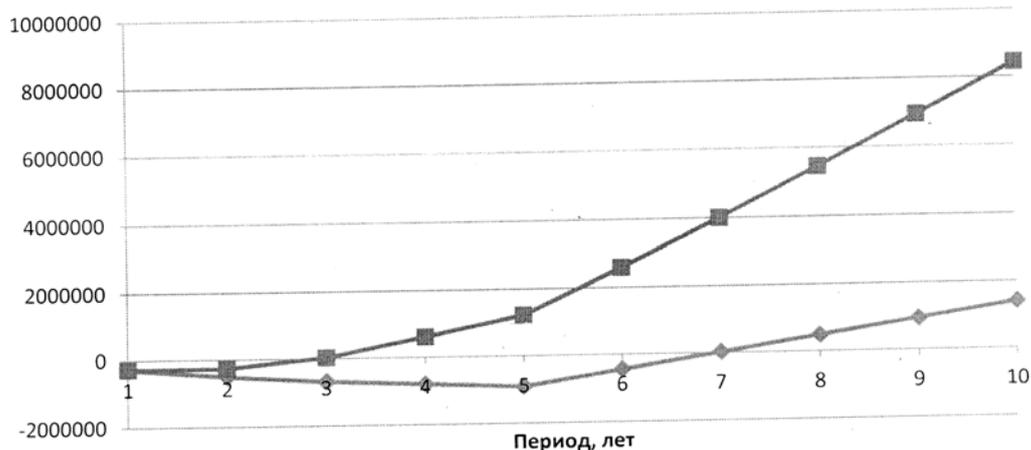


Рис. 2. Притоки денежных средств за рассматриваемый период и точки окупаемости

В качестве вывода можно отметить, что разработанная методика анализа и оценки энергобезопасности, комплексного энергообеспечения и системы показателей пригодна для решения инновационных задач на различных уровнях моделирования энергосистем агрогородков. При этом энергобезопасность агрогородков относится к категории энергоэкономических задач, определяющих рациональное резервирование потребляемых энергоресурсов и надежность энергооборудования, обеспечивающих бесперебойность системы комплексного энергообеспечения на уровне минимально допустимого ущерба производства и соблюдения минимальных норм социальных стандартов для населения.

Разработанный программный комплекс включает наследованные и оригинальные пакеты ПО с базой данных, которые обеспечивает моделирование взаимосвязанных подсистем энергоснабжения и энергопотребления агрогородков с комплексным использованием централизованных, местных и возобновляемых энергоресурсов и позволяет решать проблемы системно-структурного анализа, перспективного планирования и прогнозирования технико-технологического перевооружения и инновационного развития энергосистем агрогородков, включая региональное управление.

Литература

1. Якушев, А. П. Прогнозирование и энергетическое планирование : учеб. пособие / А. П. Якушев. – Минск : БГТУ, 2008. – 136 с.
2. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Отд. агр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики ; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, Л. Л. Герасимовича. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 776 с.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ

В. Т. Вишнеревский

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель Г. С. Леневский

Современное производство характеризуется высокой интенсивностью совершенствования технологических процессов. Вместе с этим постоянно возрастают требования к качеству выпускаемой продукции, производительности установок, к их экономичности, а также к их массогабаритным показателям. В связи с этим в настоящее время существует острая необходимость в создании более эффективных систем управления электроприводами промышленных установок, поскольку наиболее рациональным путем достичь желаемых результатов можно только за счет средств современного электропривода.

В течение последних десятилетий существует необходимость совершенствования систем управления электроприводами с упругими связями. Данное обстоятельство является подтверждением важности и актуальности проведения исследований и разработок в указанной области.

В настоящее время в промышленности используется множество электроприводов установок, содержащих в своей механической части упругие связи. Задача синтеза качественных и высокопроизводительных систем управления такими электроприводами связана со многими трудностями, вызванными необходимостью решения задачи управления исполнительным органом, который связан с приводным устройством посредством кинематической передачи, обладающей упругими свойствами.

Конструктивные особенности и требования к уменьшению массогабаритных показателей, обуславливают ограничение жесткости связей между приводным электродвигателем и исполнительным органом промышленной установки или же между отдельными элементами механической части. В связи с этим увеличение жесткости конструкции не всегда является возможным.

Если при синтезе системы автоматического управления электроприводом не предъявляются повышенных требований к ее быстродействию, а значения частот собственных упругих колебаний системы достаточно велики, то влияние упругости связей на вид переходных процессов изменения координат электропривода не является значительным. Повышение требований к электроприводу почти всегда связаны с повышением требований к быстродействию. А при повышении требований к быстродействию упругость начинает в большей степени влиять на работу промышленной установки. В системе повышается вероятность возникновения нежелательных колебаний, которые могут стать причиной повышенного износа, поломки деталей, а также полного выхода установки из строя [1].

Значительное количество электроприводов, применяемых в промышленных установках, являются электроприводами постоянного тока, главным достоинством которых является относительная простота синтеза замкнутых систем автоматического управления, обусловленная линейностью характеристик и отсутствием затруднений при прямом измерении координат.

Наиболее распространенным принципом построения систем управления электроприводом является принцип подчиненного управления с использованием контуров тока и скорости, использующий стандартные настройки регуляторов в контурах

регулирования [2]. Однако влияние упругости часто делает невозможной реализацию высокого быстродействия посредством данного способа.

В связи с этим возникла необходимость применения более эффективных и по возможности простых способов настройки регуляторов унифицированных систем электропривода с упругими связями, а также синтеза электротехнических средств коррекции, обеспечивающих требуемый вид процесса движения исполнительного органа при желаемом быстродействии.

В данном случае целью исследования является проведение сравнительного анализа существующих систем подчиненного управления электроприводами постоянного тока, пригодных для управления электроприводами с упругими связями.

В тех случаях, когда упругий элемент кинематической цепи промышленной установки обладает большой длиной, или же величина скорости распространения волны упругой продольной деформации по данному элементу достаточно мала, необходимо рассматривать механическую часть электропривода с учетом распределенности таких параметров, как масса и упругость. В ходе дальнейших исследований предстоит оценить влияние распределенных параметров на работу систем автоматического управления, которые настраиваются исходя из предположения, что расчетная схема электропривода является двухмассовой.

Исследуемые способы построения систем управления электроприводами в данном случае рассматриваются применительно электроприводам шахтных подъемных установок.

Подъемная установка является сложной электромеханическую систему со множеством масс, соединенных упругими связями. Механизмы шахтных подъемных установок обладают слабой способностью к демпфированию колебаний, поэтому в них могут возникать колебания, которые являются причиной чрезмерных динамических нагрузок.

В ходе анализа рассматриваются такие способы управления, как коррекция коэффициента усиления регулятора скорости в системе подчиненного регулирования, использование обратной связи по первой и второй производной от скорости исполнительного органа, использование обратной связи по разности скоростей вала электродвигателя и исполнительного органа, использование модального управления, использование полосно-заграждающего фильтра в контуре регулирования скорости [3], а также рассматривается возможность применения способа последовательно-параллельной коррекции с использованием дополнительного корректирующего устройства в контуре скорости [4].

Следует отметить, что при рассмотрении указанных способов управления не учитывается влияние диссипативных сил, поскольку демпфирование в основном осуществляется за счет возможностей электропривода, а также не учитывается влияние малых постоянных времени.

Указанные выше способы создания систем управления подразделяются на две группы: способы с использованием дополнительных корректирующих устройств и без использования таковых.

Способ управления, основанный на коррекции коэффициента усиления регулятора скорости в двухконтурной системе подчиненного регулирования дает удовлетворительный результат, однако применение данного способа возможно только при большом значении коэффициента соотношения масс. Коэффициентом соотношения масс является отношение массы приводного устройства к массе исполнительного механизма.

Применение обратных связей по первой и второй производной от скорости исполнительного органа, а также по разности скоростей вала приводного электродвигателя и исполнительного органа приводит к эффекту, эквивалентному увеличению значения коэффициента соотношения масс в электроприводе.

Однако во многих случаях измерение координаты скорости исполнительного органа не является возможным физически. В таких случаях используются наблюдающие устройства, с помощью которых можно реализовать обратные связи по требуемым координатам. Определенные затруднения вызывает измерение или моделирование возмущающего воздействия на электропривод. Также при большой протяженности упругих элементов необходим учет распределенности параметров в математическом описании, используемом в наблюдателе.

Также существует способ коррекции в системах с большим коэффициентом соотношения масс, связанный с использованием остронастроенного полосно-заграждающего фильтра на выходе регулятора скорости. В данном из управляющего воздействия исключаются гармоники, частоты которых близки к резонансной частоте системы. Следовательно, полоса пропускания электропривода расширяется за частоту резонанса. Однако существенным недостатком такого способа является сильное влияние изменения параметров на работу системы.

Также известен способ параллельной коррекции, суть которого заключается в том, что на вход регулятора тока заводится гибкая обратная связь по скорости двигателя. Данный метод является эффективным только в тех случаях, когда амплитуда упругих колебаний якоря двигателя превосходит амплитуду колебаний исполнительного механизма.

Также в настоящее время перспективным является использование способа последовательно-параллельной коррекции. В данном случае в систему подчиненного регулирования вводится параллельное корректирующее устройство, через которое проходит сигнал от датчика тока якоря к регулятору скорости. Результаты предварительного моделирования показали, что использование данного метода обеспечивает высокое быстродействие при минимальном перерегулировании [6].

На основании приведенного описания способов управления можно сделать вывод о том, что необходимо выбирать наиболее целесообразное решение для каждой конкретной ситуации. Однако стоит принять во внимание, что при синтезе систем управления электроприводами шахтных подъемных установок, при условии, что коэффициент соотношения масс близок к единице, и ввиду того, что скорость подъемного механизма, как правило, не поддается измерению, наиболее целесообразным является применение метода последовательно-параллельной коррекции.

Л и т е р а т у р а

1. Католиков, В. Е. Тиристорный электропривод с реверсом возбуждения двигателя рудничного подъема / В. Е. Католиков, А. Д. Динкель, А. М. Седунин. – М. : Недра, 1990. – 381 с. : ил.
2. Анхимюк, В. Л. Теория автоматического управления / В. Л. Анхимюк, О. Ф. Опейко, Н. Н. Михеев. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 352 с. : ил.
3. Борцов, Ю. А. Автоматизированный электропривод с упругими связями / Ю. А. Борцов, Г. Г. Соколовский. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 288 с.
4. Кольцов, С. В. Последовательно-параллельная коррекция систем управления электроприводами с подчиненным регулированием параметров и упругими связями / С. В. Кольцов, О. В. Концевенко, К. В. Овсянников // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 113–118.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

О. А. Капитонов

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель О. Н. Парфенович

В связи с развитием силовой электроники в конце XX в., с целью расширения функциональных возможностей асинхронных электродвигателей, ряд зарубежных фирм начал производство электродвигателей, интегрированных в единой конструкции с частотнорегулируемыми электронными преобразователями.

Однако такие электродвигатели (электромехатронные системы) до настоящего времени не получили должного широкого распространения, прежде всего, в связи со значительной их стоимостью (в 4–5 раз больше стоимости непосредственно электромеханики двигателя).

К существенным недостаткам подобных систем можно также отнести их структурную ненадежность (сквозные цепи короткого замыкания в преобразователях), относительно большие потери при четырехкратном преобразовании энергии, при этом температура корпуса преобразователя может быть выше температуры станины двигателя.

Также в данной системе в связи с широтно-импульсным преобразованием энергии возникает значительная эмиссия помех в питающую сеть и эфир, для борьбы с которой требуется применение дорогостоящих фильтров.

Для решения указанных проблем нами разрабатывается асинхронный электропривод в электромехатронном исполнении, состоящий из асинхронного электродвигателя по конструктивной схеме ДАС (специально предназначенный для регулирования скорости вращения ротора изменением подводимого к статору напряжения), и электронного модуля на основе тиристорного либо транзисторного регулятора напряжения, встроенного в клеммную коробку электродвигателя.

Такая конструкция асинхронного электропривода позволяет реализовать 5 основных функциональных возможностей:

- 1) управляемый пуск электродвигателя;
- 2) управляемое торможение;
- 3) регулирование скорости в диапазоне до 300;
- 4) обеспечение режима энергосбережения – при работе на естественной характеристике;
- 5) диагностирование отказов.

При этом номинальная мощность, снимаемая с вала нового электродвигателя, по сравнению со стандартным соответствующего типоразмера повышается в 1,3–1,5 раза, а пусковой момент в 1,5–2 раза.

Стоимость предлагаемой электромехатронной системы (изделия) в 2,5–3 раза меньше зарубежных аналогов.

Особенностью конструкции электродвигателя с двухроторной электромеханикой по конструктивной схеме ДАС-12 является наличие малого ротора, расположенного в полых частях силового ротора на его торцах. На силовом роторе располагаются вентиляторы – теплорассеиватели, выполненные из алюминиевых сплавов высокой теплопроводности; на малом роторе – вспомогательный вентилятор, вращающийся с постоянной, не зависящей от скорости вращения силового ротора, частотой. С помощью такого конструктивного решения системы охлаждения электро-

двигателя происходит интенсивный вывод потерь из силового ротора и части потерь из статора. Применение такой конструкции, а также открытых пазов статора и силового ротора позволило увеличить номинальный ток статора, тем самым увеличив снимаемую с вала электродвигателя мощность.

Электродвигатель работает следующим образом. При снижении переменного напряжения на обмотках статора и наличия замкнутой по частоте вращения силового ротора системы управления, скорость вращения силового ротора будет изменяться вниз от номинальной, но частота вращения малого ротора будет постоянной, близкой к номинальной». Отвод потерь скольжения, выделяющихся в стержневой обмотке силового ротора, будет осуществляться в осевом направлении с выходом на вентилятор – тепло-рассеиватель. Далее потоками воздуха, забираемого через радиальные отверстия подшипникового щита вентилятором, вращающимся с постоянной, близкой к синхронной, скоростью, потери выводятся через осевые отверстия подшипникового щита в окружающую среду.

Таким образом, возможность снятия с вала электродвигателя большей мощности по сравнению с электродвигателем стандартного исполнения соответствующей мощности и типоразмеров позволяет говорить о нем как о ресурсосберегающем электродвигателе.

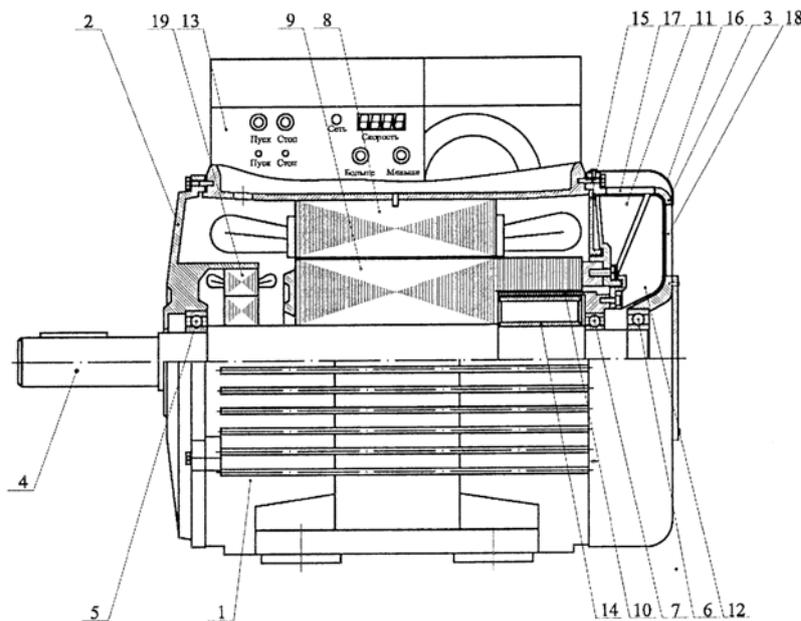


Рис. 1. Особенности конструкции асинхронного электродвигателя по конструктивной схеме ДАС с двухроторной электромеханикой (ДАС-12): 1 – станина электродвигателя; 2, 3 – подшипниковые щиты; 4 – вал силового ротора; 5, 6 – подшипники силового ротора; 7 – подшипник малого ротора; 8 – магнитопровод статора с обмоткой; 9 – удлиненный магнитопровод силового ротора со стержневой обмоткой; 10 – малый ротор вентилятора; 11 – вентилятор-теплорассеиватель, закрепленный на силовом роторе; 12 – вентилятор, закрепленный на малом роторе; 13 – клеммная коробка со встроенным электронным блоком регулирования; 14 – магнитопровод малого ротора вентилятора; 15 – кольцевая перегородка; 16 – кожух; 17 – осевые отверстия подшипникового щита для вывода охлаждающего воздуха из электродвигателя; 18 – радиальные отверстия подшипникового щита для ввода охлаждающего воздуха в электродвигатель; 19 – датчик скорости

Для выбора оптимального варианта реализации регулятора напряжения были разработаны математические и компьютерные модели предлагаемых конструкций регуляторов напряжения, а также проведены экспериментальные исследования на физической модели.

Для реализации силовой части электронного модуля нами были рассмотрены 4 конструкции регулятора напряжения:

1. Классический тиристорный регулятор напряжения, содержащий по 2 встречно-параллельно включенных тиристора в каждой фазе.
2. Транзисторный регулятор напряжения с широтно-импульсным методом регулирования.
3. Транзисторный регулятор напряжения с отсечкой реактивной мощности;
4. Тиристорный регулятор с фазовым регулированием напряжения и фильтром на конденсаторах большой емкости.

В результате проведенных компьютерных и экспериментальных исследований была разработана конструктивная реализация силового электронного модуля, включающая в себя силовую часть тиристорного регулятора напряжения, представленную на рис. 2, систему управления и фильтр для улучшения энергетических характеристик и электромагнитной совместимости с питающей сетью.

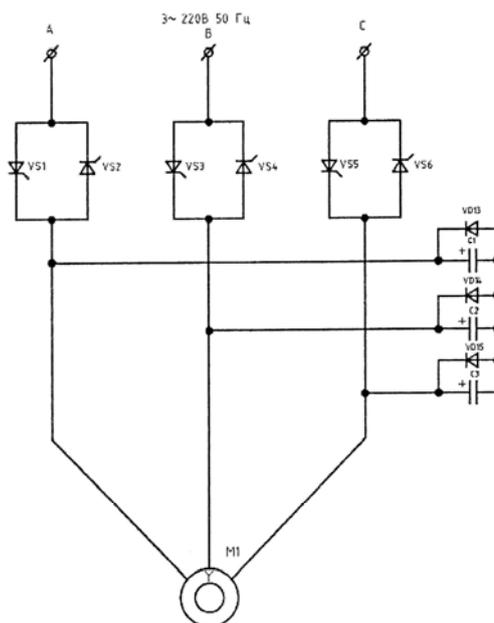


Рис. 2. Тиристорный регулятор с фазовым регулированием напряжения и фильтром на конденсаторах большой емкости

Литература

1. Парфенович, О. Н. Новые конструктивные решения для асинхронных с к. з. ротором энергоресурсосберегающих регулируемых электродвигателей / О. Н. Парфенович, А. С. Третьяков, И. В. Соколов, О. А. Капитонов // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – № 1. – С. 148–157.
2. Пат. 20071410 РБ, МПК (2006) Н 02К 9/04. Асинхронный электродвигатель для регулируемого привода машин и механизмов / Парфенович О. Н., Третьяков А. С ; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». – № 12180 ; заявл. 11.21.07 ; опубл. 06.30.09, Бюл. № 12 (II ч.). – 18 с.

3. Парфенович, О. Н. Элементы теории тепловых процессов электродвигателя по конструктивной схеме ДАС с трехроторной электромеханикой / О. Н. Парфенович, А. С. Третьяков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – № 2. – С. 179–181.

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ПО ПОТЕРЯМ С УСРЕДНЕННЫМ ЧАСОВЫМ ИНТЕРВАЛОМ

Н. В. Радоман

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель О. И. Александров

Разработка алгоритмов расчета для поиска оптимального суточного режима электроэнергетической системы (ЭЭС) является сложной комплексной задачей, требующей принятия обоснованных и подтвержденных экспериментально управляющих решений. Важной частью для рационального ведения режима работы ЭЭС является оптимизация режима энергетической системы с усредненным часовым интервалом, то есть за отрезок времени (например, в течение часа, получаса), когда параметры сети можно считать условно постоянными. При таком допущении каждый интервал времени можно рассматривать независимо, а также баланс между производством и потреблением электроэнергии считать гарантированным.

Предлагается упрощенный метод минимизации топливной составляющей издержек электростанциями ЭЭС с одновременной минимизацией потерь активной мощности в сети. В качестве независимых переменных принимаются мощности генерирующих узлов и узлов, связанных с транзитными перетоками поступающей мощности в сеть ЭЭС.

Рассмотрим суточную оптимизацию режима энергетической системы с усредненным часовым интервалом. Фактически задачу суточной оптимизации можно представить как определение мощностей генерирующих узлов (групп) для каждого часа суток, которые обеспечивали бы минимум целевой функции. Целевая функция может включать в себя такие показатели как минимум расхода топлива в энергосистеме, минимум потерь мощности, минимум отклонения величин сальдо перетоков от договорных обязательств. Каждый компонент многокритериальной целевой функции может варьироваться в пределах допустимых значений, которые заключаются в соответствии системным нормативам качества электроэнергии (ЭЭ), надежности и бесперебойности получения ЭЭ, существования гарантированного баланса мощностей ЭЭС, по регулировочному диапазону каждой электростанции и режимным ограничениям.

Расходы топлива на электростанциях ЭЭС определяется с помощью расходных характеристик:

$$T_i = f_i(P); \quad i \in \{n\}, \quad (1)$$

где T_i – расход топлива на i -й электростанции; P_i – мощность i -й электростанции; n – число генерирующих узлов (групп).

Данные характеристики могут быть представлены в виде полиномов второй степени:

$$T_i = K_i' + K_i'' P_i + K_i''' P_i^2; \quad i \in \{n\}, \quad (2)$$

где K'_i – расход топлива при минимальной нагрузке (т у. т.); K''_i и K'''_i – коэффициенты полинома второй степени в уравнении (2).

Во многих случаях характеристики современных блочных электростанций можно приближенно представить линейной зависимостью:

$$T_i = K'_i + K''_i P_i; \quad i \in \{n\}.$$

Тогда сумма расходов топлива на всех электростанциях за каждый временной интервал выразится как

$$T_{\Sigma t} = \sum_{i=1}^n (K'_i + K''_i P_i); \quad i \in \{n\},$$

или с учетом (1), отбрасывая постоянную составляющую, получим:

$$T_{\Sigma t} = \sum_{i=1}^n \beta_i \theta_{it}(P) P_{it}; \quad i \in \{n\}, \quad t = 1; 2; \dots; 24,$$

где θ_{it} – значение удельного расхода топлива для i -й электростанции в усредненном интервале t -го часа, т у. т./МВт; P_{it} – усредненная прогнозируемая мощность i -й электростанции за t -й час суток, МВт; β_i – корректирующий коэффициент стоимости топлива (учитывает расходы на добычу, транспортные расходы, качественные показатели и т. п.).

Потери активной мощности, обусловленные технологическим расходом ЭЭ на транспорт в электрических сетях, могут быть приближенно выражены следующим образом:

$$\pi(P) = \sum_{k=1}^N b_{\mu\nu} P_{\nu t},$$

где $b_{\mu\nu}$ – величины, определяемые узловыми собственными и взаимными комплексными сопротивлениями исследуемой сети (« b -коэффициенты»); μ, ν – текущие индексы генераторных или нагрузочных узлов ($\mu, \nu = 1; 2; \dots; N; \mu \neq \nu; N$ – общее число узлов ЭЭС).

Суммарные издержки на генерацию и распределение активной мощности в ЭЭС можно приближенно представить с помощью выражения:

$$I_{\Sigma t} = \sum_{i=1}^n \beta_i \theta_{it}(P) P_{it} + \gamma \sum_{\mu, \nu=1}^N b_{\mu\nu} P_{\nu t}^2, \quad (3)$$

где γ – топливный эквивалент стоимости потерь в сети.

Тогда задачу оптимизации можно сформулировать как задачу минимизации функционала (3):

$$\left(\sum_{i=1}^n \beta_i \theta_{it}(P) P_{it} + \gamma \sum_{\mu, \nu=1}^N b_{\mu\nu} P_{\nu t}^2 \right) \rightarrow \min.$$

Допустимая область существования целевой функции определяется системой ограничений, основные из которых следующие:

1) условия баланса активных мощностей для каждого t -го интервала времени:

$$\sum_{i=1}^n P_{it} - \sum_{j=1}^m P_{jt} - \pi(P) = 0,$$

где P_{it} – усредненная мощность i -го объекта генераторной группы в течение временного интервала t ; P_{jt} – суммарная активная нагрузка потребителей j -й группы; m – общее число условных нагрузочных узлов (групп потребителей);

2) ограничивающие условия, которые иногда накладываются на расход топлива по i -й электростанции:

$$\sum_{t=1}^{24} T_{it} \leq T_{it}^*,$$

где T_{it} – часовой расход условного топлива на i -й электростанции, для которого задан полный расход топлива T_{it}^* за сутки;

3) регулировочный диапазон изменения активной нагрузки v -го объекта:

$$\underline{P}_{vt} \leq P_{vt} \leq \bar{P}_{vt}; \quad v \in \{n\},$$

где \underline{P}_{vt} , \bar{P}_{vt} – нижняя и верхняя предельные границы изменения мощностей энергоузлов соответственно;

4) сумма мощностей генерирующих узлов для каждого часа суток:

$$\sum_{i=1}^n P_{it} = \Gamma;$$

5) допустимые пределы изменения активной мощности элементов сети (линии, группы линий, трансформаторы):

$$P_{lt} \leq \bar{P}_{lt}, \quad l \in \{L\},$$

где \bar{P}_{lt} – верхняя предельная граница передаваемой мощности по элементам сети; L – число контролируемых элементов сети.

В матричных обозначениях сформулированную задачу можно представить в следующем виде:

$$И_{\Sigma t}(P) = T^* P + P^* B P; \quad (4)$$

$$D^* P \leq G; \quad P \geq 0, \quad (5)$$

где $P^* = [P_{\Gamma} | P_{\Gamma}^M | P_{\text{H}}^M | P_{\text{H}}]$ – столбцовая матрица активных узловых мощностей; $P_{\Gamma} = [P_1; P_2; \dots; P_n]$ – генераторы; $P_{\Gamma}^M = [P_{\Gamma 1}^M; P_{\Gamma 2}^M; \dots; P_{\Gamma k}^M]$ – импортируемые потоки мощности (внешние генераторы); $P_{\text{H}}^M = [P_{\text{H} 1}^M; P_{\text{H} 2}^M; \dots; P_{\text{H} l}^M]$ – экспортируемые потоки мощ-

ности (внешние нагрузки); $P_H = [P_1; P_2; \dots; P_m]$ – нагрузки; $B = \gamma \frac{1}{2U^2} Z'$ – матрица коэффициентов потерь; Z' – вещественная составляющая матрицы узловых собственных и взаимных проводимостей сети; U – среднее значение напряжения в сети; D – матрица, составленная из коэффициентов ограничений; G – столбцовая матрица ограничивающих констант.

Сформулированная проблема хорошо вписывается в классическую модель квадратичного выпуклого программирования с соответствующей функцией цели и линейными ограничениями, которая может быть решена за конечное число шагов [1], [2].

Для решения задачи квадратичного программирования существует ряд известных алгоритмов в теории нелинейного программирования, например, метод сопряженных градиентов или возможных направлений, в том числе и в стандартных пакетах прикладных программ (например, MATLAB).

В результате решения задачи (4) мы получим столбцовую матрицу оптимальных значений активных мощностей генерирующих узлов, одновременно минимизируя расход топлива и потери активной мощности в элементах ЭЭС. Задавая переменные пределы для ограничений (5) по каждому временному интервалу в течение суток, получим оптимальный в смысле издержек график нагрузки ЭЭС по активной мощности для всех узлов с варьируемыми величинами активной мощности. Естественно, при этом в остальных узлах должна быть зафиксирована величина этой мощности на протяжении всего временного интервала. Такая стратегия предполагает постепенный переход от жестких интервально-временных ограничений к регулированию графика нагрузки ЭЭС, что в свою очередь ведет к необходимости контроля и автоматической коррекции частоты. Суммирование усредненных значений активной мощности, подключенных к любому узлу по каждому интервалу даст совмещенный график нагрузки этого узла с учетом отдаленных эквивалентизируемых узлов. Решение задачи выполняется в условиях изменения количества узлов с варьируемыми и фиксируемыми величинами активных нагрузок, поскольку узлы, связанные с транзитными линиями, могут работать в реверсивном режиме в зависимости от суточных интервалов.

Литература

1. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование / Д. Химмельблау. – М. : Мир, 1975. – 534 с.
2. Мину, М. Математическое программирование. Теория и алгоритмы / М. Мину. – М. : Наука, 1990. – 487 с.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д. И. Кошевой

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

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Целью данной работы является изучение характеристик электростатических полей: расчет параметров и построение картины электростатического поля системы тел методом сеток для создания компьютерной лабораторной работы.

Все процессы и явления можно условно разделить на два класса: формализуемые и неформализуемые. Первые могут быть описаны математической моделью,

т. е. системой дифференциальных уравнений, которые дополняются краевыми условиями. Большинство процессов и явлений, происходящих в природе, требуют описания сложными моделями, часто трехмерными. Поэтому часто они не могут быть решены аналитически, и поэтому сложные задачи удобно решать численными методами. Одним из таких методов является метод конечных разностей (метод сеток). Метод сеток основан на замене дифференциальных уравнений поля уравнениями в конечных разностях, которые получают заменой производных их приближенными выражениями через разностные отношения или значения функции в отдельных точках координатной сетки. Решение полученной таким образом системы алгебраических уравнений производят теми или иными способами численного подбора. Основным недостатком этого метода – сложность точного описания границ и оптимального наложения на область расчета конечно-разностной сетки. Для обеспечения высокой точности расчета необходимо применение сеток с малыми размерами ячеек, т. е. с высокой степенью дискретизации, что приводит к большому времени счета и объему требуемой оперативной памяти. Выходом здесь может являться применение сеток с высокой степенью неоднородности, которые содержат элементы с малыми размерами в областях больших градиентов решения и вблизи криволинейных границ и большие элементы в областях с малыми градиентами решения. Трудоемкость метода компенсируется двумя главными преимуществами:

1. Возможностью рассчитывать электромагнитные поля, при каких угодно границах.

2. Возможностью использовать ЭВМ.

Расчет был выполнен для кабеля с эксцентриситетом. Радиусы внешней и внутренней жилы, а так же смещение между ними указаны на рис. 1, поле которого можно рассчитать теоретически и сравнить с полученным методом сеток. Построение квадратной сетки можно осуществить только с нескольких попыток. Поэтому сначала была выбрана сетка с достаточно крупным равномерным шагом и выполнен пробный расчет. Погрешность вычисления оказалась недопустимой, что потребовало не только уменьшения шага сетки, но и ее измельчения в области большой кривизны границы внутреннего электрода (рис. 2). Для каждого узла сетки было составлено уравнение вида:

$$\varphi_{i+1,R} + \varphi_{i,R+1} + \varphi_{i-1,R} + \varphi_{i,R-1} - 4\varphi_{i,R} = 0.$$

Если целостность сетки нарушалась (рис. 3), уравнение записывалось следующим образом:

$$\frac{1}{a+b} \left(\frac{\varphi_p - \varphi_0}{b} + \frac{\varphi_R - \varphi_0}{a} \right) + \frac{1}{c+a} \left(\frac{\varphi_Q - \varphi_0}{c} + \frac{\varphi_S - \varphi_0}{a} \right) = 0.$$

Полученная система уравнений была решена с помощью ЭВМ. При расчете потенциал внешней границы был принят равным 0, внутренней $\varphi = 10$ В. Рассчитанные значения потенциалов показаны на рис. 2.

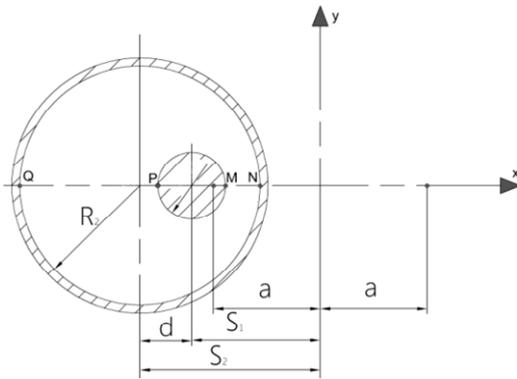


Рис. 1. Обозначения: $S_1 = 7,25$ мм; $S_2 = 10,75$ мм;
 $R_1 = 1$ мм; $R_2 = 8$ мм; $a = 7,18$ мм

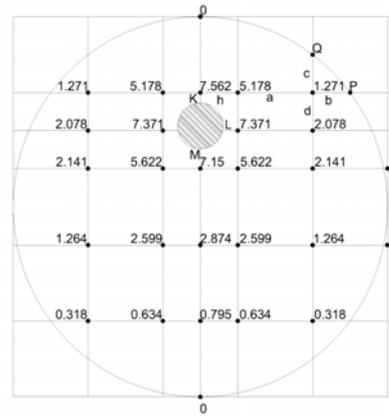


Рис. 2

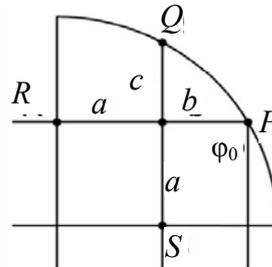


Рис. 3

Далее по результатам расчета была построена картина электростатического поля. Графическое построение плоскопараллельного поля сводится к вычерчиванию линий равного потенциала $U = \text{const}$ и перпендикулярных им линий напряженности $v = \text{const}$. Линии напряженности строятся перпендикулярно линиям равного потенциала так, чтобы сегменты были подобны друг другу. Сегменты были выбраны таким образом, чтобы отношение их средней ширины к высоте было одинаковым. Тогда емкость каждого сегмента на единицу длины устройства равна

$$C_0 = \frac{\tau}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{M}{N} \varepsilon \varepsilon_0.$$

Картина поля показана на рис. 4.

Вначале были построены линии равного потенциала $\varphi = \text{const}$, а именно 7,5; 5; 2 В.

Линии напряженности (штриховые линии) поля перпендикулярны линиям равного потенциала и направлены в сторону его уменьшения, так как по определению $E = -\text{grad}\varphi$. Далее была рассчитана емкость системы:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{M}{N} = \frac{4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10}{4} = 80,85 \text{ пФ},$$

где $M = 0$ – количество сегментов в поясе; $N = 4$ – число поясов.

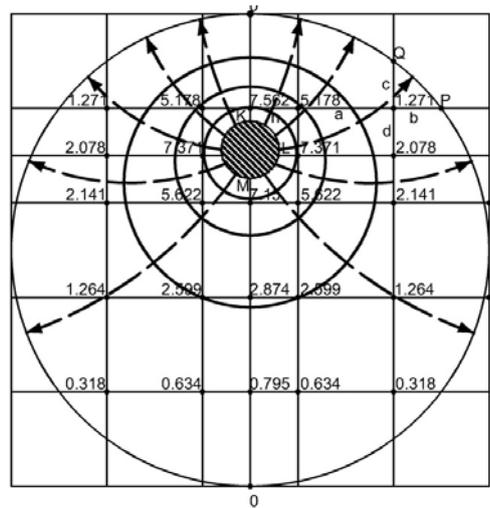


Рис. 4

Для проверки правильности полученных результатов был проведен аналитический расчет характеристик поля.

В качестве тестовой системы выбран кабель со смещенной жилой (рис. 1), поле которого можно рассчитать теоретически и сравнить с полученным методом сеток. Расчет проведен методом зеркальных изображений, согласно которому, задача сводится к расчету поля двух параллельно заряженных цилиндров. Емкость такой системы рассчитывается по формуле

$$C = \frac{\tau}{U} = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0}{\ln \frac{(S_1 + a)(S_2 - a)}{R_1 R_2}},$$

где a , S_2 , S_1 вычисляются из решения системы уравнений:

$$(S_1 - a)(S_1 + a) = R_1^2; \quad (S_2 - a)(S_2 + a) = R_2^2;$$

$$S_2 - S_1 = d;$$

$$S_1 = (R_2^2 - R_1^2 - d^2)/2d; \quad S_2 = (R_2^2 - R_1^2 + d^2)/2d;$$

$$a = \sqrt{S_1^2 - R_1^2} = \sqrt{S_2^2 - R_2^2}.$$

Алгоритм вычислений: сначала рассчитываются S_2 , S_1 , а затем C . Данные для расчета указаны на рис. 1. В результате расчета емкость длины системы на единицу длины устройства получилась равной $C = 76,46$ пФ. Картина поля, построенная по результатам расчетов, показана на рис. 5.

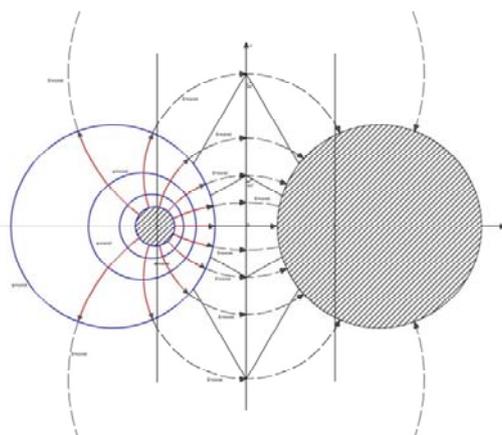


Рис. 5

Картини поля, построенные по аналитическому расчету и полученные в эксперименте, совпадают. Величина емкости совпадает с точностью 95 % (таблица). Полученные результаты показывают, что при данном выборе структуры сетки результаты расчета характеристик поля с достаточной точностью совпадают с аналитическим расчетом.

| Экспериментальный метод | Аналитический расчет |
|-------------------------|----------------------|
| $C = 80,85$ пФ | $C = 76,47$ пФ |

В работе были рассмотрены особенности построения сетки методом математического моделирования электростатического поля при большой кривизне граничных поверхностей. Показано, что в области большой кривизны граничных поверхностей шаг сетки необходимо уменьшить, если ее ячейки больше элементов системы.

Полученные результаты внедрены в учебный процесс в качестве лабораторной работы, выполняемой на ЭВМ.

Литература

1. Теоретические основы электротехники / под ред. П. А. Ионкина. – М. : Высш. шк., 1976. – Т. 2 : Нелинейные цепи и основы электромагнитного поля.
2. Говорков, В. А. Теория электромагнитного поля в упражнениях и задачах / В. А. Говорков, С. Д. Купалян. – М. : Высш. шк., 1963.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

И. М. Суськова

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

Научный руководитель М. Н. Новиков

В связи со стремлением к уменьшению зависимости от поставок нефти, экологическими проблемами, обусловленными использованием нефтепродуктов, в последние годы в мире актуальным является вопрос производства моторных топлив на основе возобновляемых растительных источников, в частности продуктов переработки растительных масел.

Основной целью данного исследования стала организация эффективного производства дизельного биотоплива на основе использования рапсового масла – продукта переработки семян рапса, которая предполагает минимизацию доли энергозатрат в производстве конечного продукта. Эта цель может быть достигнута путем решения следующих практически важных задач:

– нахождения и реализации оптимальных технологических режимов процесса, соответствующих требуемым в конкретные периоды времени производительностям установки;

– достижения максимально возможной производительности биодизельной установки при выполнении требований на качество биотоплива с минимальными удельными расходами энергии.

Объектом исследования явилась технологическая установка по производству метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) на ОАО «Белшина». Принципиальная схема технологического процесса приведена на рис. 1.

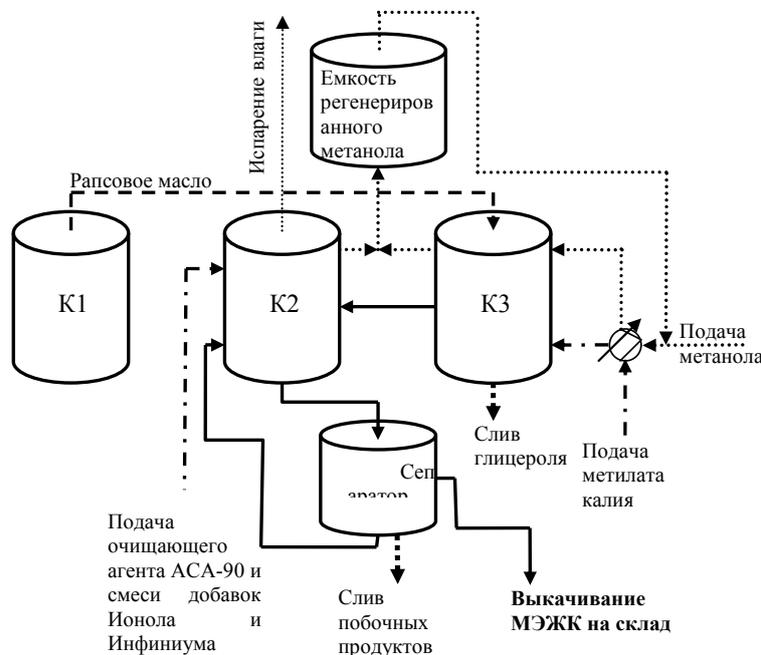


Рис. 1. Принципиальная схема технологического процесса:

K1 – емкость предварительного нагрева; K2, K3 – технологические емкости

С целью оптимизации технологического процесса производства биодизеля были разработаны мероприятия, позволившие увеличить мощность установки по производству МЭЖК:

1. Новым эффективным решением в данной установке явилось распределение нагрузки процесса динамического испарения метанола с переносом части ее с емкости K3 на емкость очистки K2. Первоначально весь процесс динамического испарения метанола проводился в емкости K3 и составлял длительное время. В результате емкость очистки оставалась незадействованной в процессе.

В этих целях процесс динамического испарения был разделен на две емкости, основное время – в емкости реакции K3 и 45 мин – в емкости очистки. Для отвода конденсата паров метанола из емкости K2 в емкость регенерированного метанола был смонтирован дополнительный трубопровод.

2. В целях сокращения времени процесса испарения воды был установлен дополнительный вакуум-насос, что позволило сократить время данного процесса в 2 раза.

3. Был сокращен процесс очистки МЭЖК в сепараторе за счет проведения более полного осаждения глицероля в емкости К2.

Оптимизированный режим работы технологической установки происходит следующим образом. Закачка рапсового масла производится в емкость начального подогрева К1. Температура начального подогрева рапсового масла с 20 до 48 °С. Для перемешивания рапсового масла в емкости К1 предусмотрены две электрические мешалки. Подогретое рапсовое масло из емкости К1 перекачивается в емкость К3 нагреваясь в теплообменнике до температуры 60 °С. В емкости К3 температура рапсового масла поддерживается 60 °С. В реакционную емкость К3 подается метанол. Перемешивание рапсового масла с метанолом происходит в течение 5 минут. Далее в емкость К3 подается метилат калия. Реакция переэтерификации в реакционной емкости К3 происходит при температуре около 60 °С и атмосферном давлении при постоянном перемешивании через статический смеситель. Время реакции составляет 60 мин. После прохождения реакции переэтерификации смесительный насос отключается, процесс осаждения глицероля происходит в течении 60 мин. Осажденный глицероль удаляется из реакционной емкости К3. После осаждения глицероля в емкость К3 осуществляется вторая подача метанола. Включается смесительный насос, перемешивание длится 5 мин. Далее подается метилата калия (вторая подача). Повторная реакция переэтерификации происходит при температуре около 60 °С и атмосферном давлении при постоянном перемешивании через статический смеситель с помощью насоса в течении 60 мин. После прохождения реакции переэтерификации смесительный насос отключается. Статическое испарение метанола не вступившего в реакцию осуществляется в емкости К3 в течение 90 мин при вакууме $-0,07$ МПа и температуре около 60 °С в спокойном состоянии. Метанол конденсируется на охладительных элементах и поступает в емкость регенерированного метанола. Регенерированный метанол возвращается в производство при изготовлении последующей порции МЭЖК. После прохождения статического испарения метанола в течение 60 мин в спокойном состоянии происходит повторное осаждение глицероля с последующим его удалением. Более полное и окончательное испарение не вступившего в реакцию метанола (динамическое испарение) происходит во время циркуляции МЭЖК, которая создается с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре около 60 °С. Из реакционной емкости К3 МЭЖК поступает в емкость К2. Время перекачки 30 мин. Завершающее испарение в емкости К2 не вступившего в реакцию метанола происходит 45 мин при циркуляции с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре 60 °С. Конечным этапом производственного процесса является очистка биодизеля от лишних ионов и смешивание с добавками для улучшения свойств топлива. Очищающий агент АСА-90 подается в емкость очищения К2. Время перемешивания составляет 30 мин. Перемешивание осуществляется насосом. Для очистки от побочных компонентов МЭЖК поступает в сепаратор из емкости очищения К2. МЭЖК и примеси разделяются на дне сепаратора. После очищения МЭЖК возвращается в емкость очищения К2. Процесс очищения длится в течение 495 мин. Испарение остаточной влаги в МЭЖК происходит при постоянном перемешивании с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре 65–67 °С.

После окончания процесса очистки в емкость К2 подаются присадки. Перемешивание присадок осуществляется с помощью смесительного насоса и составляет 20 мин. Затем происходит выкачивание очищенного МЭЖК. Время выкачивания составляет 130 мин.

Результаты произведенного анализа и расчетов по определению количества теплоты, затраченного на проведение основных технологических операций первоначального и оптимизированного режимов, приведены в таблице.

Расчет энергетической эффективности в результате проведенной оптимизации технологического процесса

| Наименование операции | Общее количество теплоты, затраченного на проведение технологических операций | | Энергетический эффект за режим, МДж |
|--|---|------------------------|-------------------------------------|
| | Первоначальный режим | Оптимизированный режим | |
| Емкость К3 | | | |
| Осаждение глицероля после 1-го этапа реакции | 106,36 | 53,18 | 53,18 |
| Статическое испарение метанола | 140,72 | 136,29 | 4,43 |
| Осаждение глицероля после 2-го этапа реакции | 106,36 | 53,18 | 53,18 |
| Динамическое испарение метанола | 499,93 | 420,16 | 79,77 |
| Емкость К2 | | | |
| Динамическое испарение метанола | – | 62,72 | –62,72 |
| Добавление очищающего агента и перемешивание | 45,35 | 55,27 | 9,92 |
| Очистка в сепараторе | 555,42 | 490,94 | 64,48 |
| Добавление присадок, перемешивание | 42,15 | 37,19 | 4,96 |
| Испарение влаги | 341,65 | 242,89 | 98,76 |
| <i>Итого</i> | 1837,94 | 1551,82 | 286,12 |

Проведенные мероприятия позволили синхронизировать работу емкостного оборудования и таким образом ускорить процесс изготовления одной партии МЭЖК, т. е. увеличить производительность установки. При этом удалось достичь снижения удельного расхода тепловой и электрической энергии на изготовление тонны продукции.

**СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
АБСОРБЦИОННЫХ И ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ
ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК**

Д. С. Трошев, А. В. Дегтяренко, С. В. Васько

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

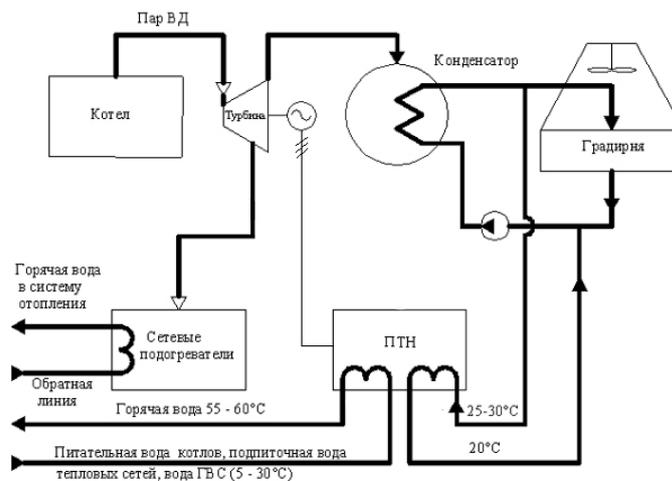
Научный руководитель А. В. Овсянник

Цикл водоаммиачного абсорбционно-теплого насоса (АТН) осуществляется с помощью бинарного раствора, состоящего из поглотителя (абсорбента) и рабочего тела. В водоаммиачных АТН поглотителем является вода, а рабочим телом – аммиак.

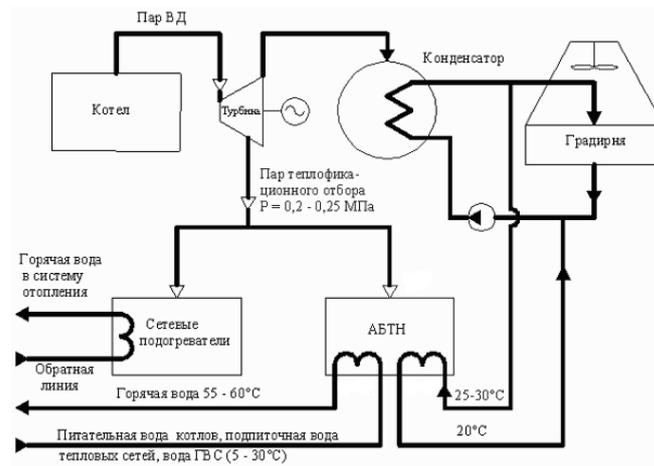
Цикл парокомпрессионного теплового насоса (АТН) осуществляется путем передачи теплоты от низкопотенциального источника к высокопотенциальному путем повышения давления хладагента за счет

Сравнение энергетической эффективности абсорбционных и парокомпрессионных теплонасосных установок произведем для схем, утилизирующих теплоту конденсата турбины ТЭЦ.

В условиях существующих ТЭЦ часто возникает необходимость увеличения мощности теплофикационного отбора станции. Как правило, эту проблему решают установкой дополнительных «пиковых» котлов. Теплофикационную мощность станции можно существенным образом увеличить за счет применения ТН.



а)



б)

Рис. 1. Варианты включения в схему ТЭЦ теплонасосных установок:

а – парокомпрессионных; б – абсорбционных

Сравнение будет вестись путем расчета экономии условного топлива при утилизации одного и того же количества тепла, то есть рассчитанная экономия топлива будет отнесена к 1 ГДж тепловой энергии, которую нужно отвести от конденсатора

турбины ТЭЦ. Для сравнения схем рассчитаем циклы абсорбционных и парокомпрессионных установок для различной разницы температуры между источником теплоты и нагреваемым теплоносителем, и построим зависимости экономии условного топлива от температуры воды, нагреваемой в тепловом насосе. В качестве примера возьмем одноступенчатую водоаммиачную теплонасосную установку и парокомпрессионный тепловой насос с хладагентом R-134a.

Исходные данные:

1. Температура охлаждающей воды на входе/выходе конденсатора турбины: $t'_{кт} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t''_{кт} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Холодопроизводительность: $Q_0 = 1 \text{ ГДж}$.

3. Температура охлаждения объекта: $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (равна температуре воды на входе в конденсатор турбины).

4. Температура нагреваемой воды на выходе из конденсатора теплового насоса: $t_c = 40; 50; 60; 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Температура греющей среды: $t_b = 120 \text{ }^\circ\text{C}$.

6. Определяем температуры кипения t_o и конденсации t_k , $^\circ\text{C}$:

$$t_o = t_n - \Delta t_o = 15 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_k = t_c - \Delta t_k.$$

В первую очередь производится расчет циклов АТН и ПТН для различных температур. Для абсорбционной установки определяют количество теплоты, подводимое в генераторе и испарителе, отводимое в абсорбере и конденсаторе, а также коэффициент трансформации теплоты. Для парокомпрессионной установки определяем работу на привод компрессора, количество теплоты, подводимое в испарителе и отводимое в конденсаторе. После чего эти величины приводятся к 1 ГДж теплоты охлаждения конденсатора ТЭЦ. Для расчета экономии топлива умножили соответствующее затраченное и полученное количество энергии на удельные расходы топлива на отпуск тепловой и электрической энергии в энергосистеме Беларуси (на тепловую энергию $b_{т/3} = 168,05 \text{ кг/Гкал}$, на электрическую $b_{э/3} = 268,9 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$). Далее рассчитана экономия топлива и построены соответствующие графики. Результаты расчета занесены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты расчета АТН

| Температура конденсации t_k , $^\circ\text{C}$ | 45 | 55 | 65 | 75 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Коэффициент трансформации теплоты μ | 1,54 | 1,52 | 1,51 | 1,5 |
| Удельный расход топлива на затраченную тепловую энергию $b_з$, кг/ГДж | 40,11 | 40,11 | 40,11 | 40,11 |
| Удельный расход топлива на полученную тепловую энергию $b_п$, кг/ГДж | 61,77 | 60,96 | 60,56 | 60,16 |
| Экономия условного топлива с 1 ГДж охлажденной воды Δb , кг/ГДж | 21,66 | 20,86 | 20,45 | 20,05 |

Результаты расчета ПТН

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Температура конденсации t_k , °С | 45 | 55 | 65 | 75 |
| Удельная работа на привод компрессора l_k , кДж/кг | 20 | 26 | 31 | 37 |
| Удельное количество теплоты, воспринятое в испарителе q_o , кДж/кг | 154 | 134 | 118 | 98 |
| Удельное количество теплоты, отданное в конденсаторе q_k , кДж/кг | 169 | 155 | 145 | 130 |
| Удельный расход пара на охлаждение объекта d , кг/МДж | 6,49 | 7,46 | 8,47 | 10,20 |
| Работа компрессора на охлаждение 1 ГДж конденсата L_k , ГДж/ГДж | 0,130 | 0,194 | 0,263 | 0,378 |
| Количество теплоты, полученное после охлаждения 1 ГДж конденсата Q_k , ГДж/ГДж | 1,097 | 1,157 | 1,229 | 1,327 |
| Удельный расход топлива на затраченную электроэнергию $b_{эл}$, кг/ГДж | 9,67 | 14,44 | 19,56 | 28,11 |
| Удельный расход топлива на полученную тепловую энергию $b_{тэ}$, кг/ГДж | 44,01 | 46,39 | 49,28 | 53,20 |
| Экономия условного топлива с 1 ГДж охлажденной воды Δb , кг/ГДж | 34,35 | 31,95 | 29,73 | 25,10 |

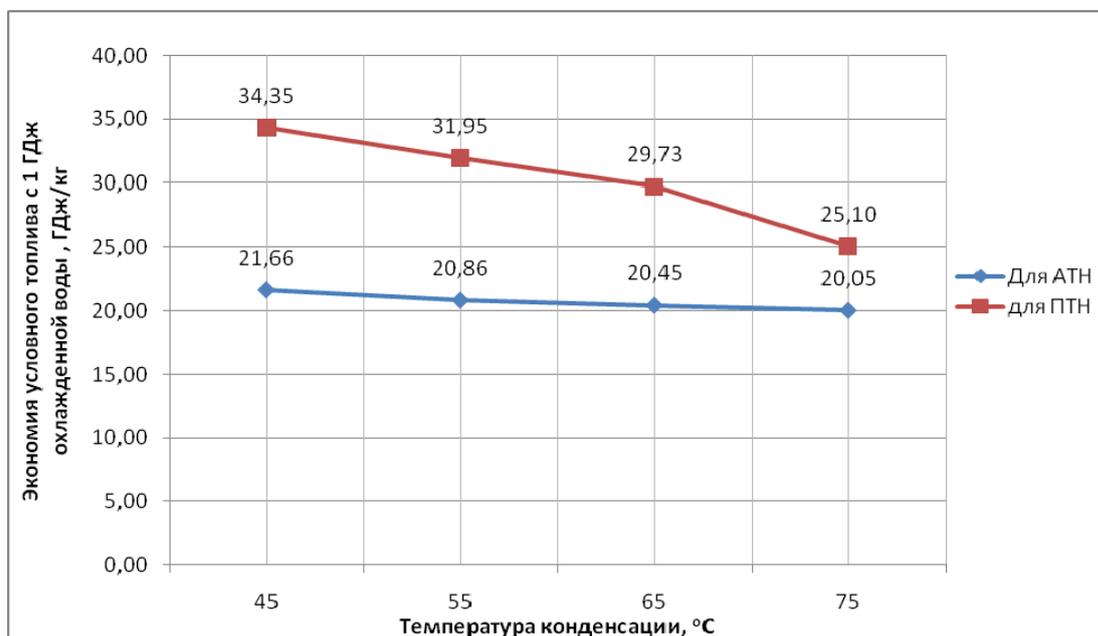


Рис. 2. График экономии условного топлива в зависимости от температуры

Согласно произведенным расчетам можно сделать вывод, что в данном диапазоне температур цикл парокомпрессионного теплового насоса энергетически более выгодный.

**ВНЕДРЕНИЕ ДЕТАНДОР-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ УДТУ-4000
НА ГОМЕЛЬСКУЮ ТЭЦ-2****А. Ю. Странковский***Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Широглазова

В настоящее время получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих, природоохранных технологий становится все более актуальным. И одно из таких направлений – использование потенциальной энергии природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением детандер-генераторных установок (ДГУ).

В последнее время в мире резко увеличилось потребление электрической энергии (э/э), что предопределило повышенный спрос на энергосберегающие технологии. Нынешними источниками выработки э/э являются, в основном, тепловые и атомные станции. Гидроэлектростанции, ветровые установки, станции преобразования солнечной энергии и другие, так называемые альтернативные источники, пока не могут составить должную конкуренцию традиционным источникам, в связи с высокой себестоимостью вырабатываемой э/э, относительно малой единичной мощностью установки, большим сроком окупаемости, а также привязанностью к определенным географическим условиям. Ни для кого не секрет, что ископаемые топлива (нефть, газ, уголь и др.), покрывающие в настоящее время большую часть потребностей человека в энергии, быстро исчерпываются и, соответственно, увеличиваются в цене на мировом рынке. Потому назрела неотложная необходимость в поиске и разработке новых эффективных источников энергии.

Одним из наиболее перспективных направлений в области энергосбережения является проблема рекуперации энергии избыточного давления природного газа на узлах его редуцирования.

Из магистральных газопроводов, давление в которых поддерживается компрессорными газоперекачивающими станциями на уровне 5,5–7,5 МПа, газ поступает в промышленные и городские системы газоснабжения через газораспределительные станции (ГРС). На ГРС давление газа снижают до величины, необходимой для системы газоснабжения объектов и поддерживают его на постоянном уровне. Дальнейшее обеспечение потребителей газом требуемых параметров производится через газорегуляторные пункты (ГРП), где давление снижается в различных пределах. Для потребителей 1-й категории оно составляет, как правило, 1,2 МПа, 2-й категории – 0,6 МПа; перед ГРП ТЭЦ – 1,2–2,6 МПа.

Вследствие этого одним из путей экономии энергетических ресурсов является использование процесса редуцирования природного газа в ГРС и ГРП с частичным возвратом энергии, затраченной на сжатие природного газа для его транспортировки. Основным направлением в ее решении является замена дроссельных устройств ГРС и ГРП детандер-генераторными установками, предназначенными для выработки электроэнергии.

Использование детандер-генераторных установок дает возможность не только ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы и обеспечить выработку электроэнергии, но и обеспечить снижение уровня вредных выбросов по сравнению с традиционными технологиями.

Сегодня количество турбодетандерных установок, находящихся в эксплуатации в Республике Беларусь и в других странах СНГ значительно ниже, чем в развитых

странах Европы и Америки. Это связано с тем, что до недавнего времени вопросы утилизации энергии, теряемой в промышленных и технологических процессах, были не актуальны.

Использование ДГУ на электростанциях позволит получить до 1 % дополнительной мощности, снизить расход топлива, улучшить экологические показатели.

Первая в СНГ утилизационная турбодетандерная установка (УТДУ) мощностью 2500 кВт (УТДУ-2500) внедрена в УМГ «Харьковтрансгаз» на ГРС-7 г. Днепропетровска в 1991 г.

В Беларуси турбодетандерные технологии уже не являются новинкой. Успешно внедрены начиная с 2000 г. такие технологии на Лукомльской ГРЭС, Минской ТЭЦ-4. На Лукомльской ГРЭС сданы в эксплуатацию два детандер-генераторных агрегата мощностью 5 и 2,5 МВт, на Минской ТЭЦ-4 установлены две утилизационные детандер-генераторные энергетические установки (УДЭУ-2500) суммарной мощностью 5 МВт.

В мае 2008 г. введена в эксплуатацию детандер-генераторная установка УТДУ-4000 электрической мощностью 4 МВт на Гомельской ТЭЦ-2. Поставщиком в реализации проекта выступала компания ОАО «Турбогаз» г. Харьков».

Работа детандер-генераторной установки в составе Гомельской ТЭЦ-2 обуславливает несколько первоочередных факторов, которые были учтены еще на этапе ее разработки:

1. Значительные сезонные и суточные колебания расхода газа через ГРП ТЭЦ (от 30000 до 150000 $\text{м}^3/\text{ч}$), обусловленные потреблением энергетических и водогрейных котлов ТЭЦ, и связанная с этим необходимость поддержания давления на входе в котлы в узком диапазоне давлений от 0,078 до 0,09 МПа (абс).

2. Повышенные требования к надежности работы детандер генераторной установки, через которую должно проходить 80 % от всего расхода газа, поступающего на ТЭЦ, предназначенную для обеспечения электрической и тепловой энергией потребителей г. Гомеля и Гомельской области.

3. Необходимость обеспечения стабильности давления в газопроводе низкого давления (за ДГУ) не только при нормальных, но и при аварийных остановах ДГУ (до момента вступления в режим регулирования автоматики ГРП).

4. Все процессы управления ДГУ, а также перевода функций регулирования давления (в газопроводе низкого давления, идущего к котлам ТЭЦ) от ДГУ при запуске, наборе нагрузки и останове ДГУ должны быть полностью автоматизированы.

Основными частями детандер-генераторного агрегата являются детандер и электрический генератор. Детандер представляет собой тепловую машину, рабочим телом в которой является транспортируемый природный газ. Энергия природного газа при его расширении в детандере преобразуется в механическую энергию, которая затем в соединенном с детандером генераторе преобразуется в электрическую энергию.

Природный газ с давлением 1,2 МПа из входного коллектора, пройдя узел очистки, поступает в газоподогреватель. Затем из газоподогревателя газ поступает через отключающую задвижку, стопорный клапан (СК) и дозирующий клапан (ДК) в турбодетандер, где, расширяясь до давления 0,09 МПа, совершает работу, направленную на привод генератора. Выработанная генератором электроэнергия направляется в электрическую сеть. После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется в выходной коллектор ГРП. Для обеспечения бесперебойной подачи газа потребителю УТДУ снабжен байпасной линией, в комплект поставки которой входят клапан защиты (КЗ) и регулятор давления газа (РДГ). В случае аварийной остановки агрегата срабатывает стопорный клапан (СК), который перекры-

вает подачу газа на УТДУ. Одновременно с закрытием СК открывается быстродействующий клапан защиты КЗ и газ в обход УТДУ поступает в выходной коллектор ГРП. Давление в газопроводе после УТДУ в это время обеспечивается работой РДГ. В случае невозможности продолжения дальнейшей работы ЭТДА начинают автоматически открываться редуцирующие клапаны ГРП и постепенно закрываться РДГ. После полного закрытия клапанов РДГ и КЗ ГРП переходит на штатную работу.

Следует отметить, что такая установка позволяет в месяц экономить до 100 т у. т.

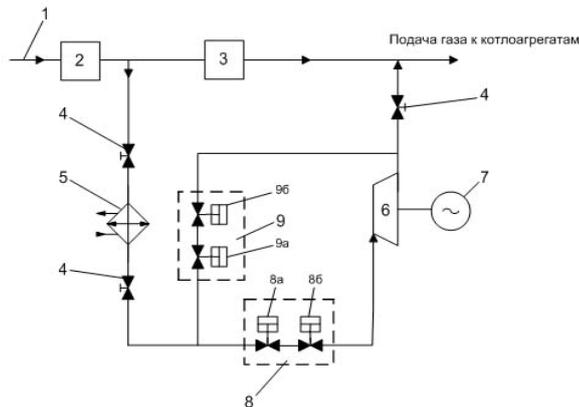


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема УТДУ-4000:

- 1 – подвод газа к ГРП; 2 – узел очистки газа; 3 – ГРП; 4 – электродвигатель;
 5 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 6 – турбодетандер;
 7 – электрогенератор; 8 – блок регулирующего клапана, где: 8 а – стопорный клапан (СК); 8 б – дозирующий клапан (ДК); 9 – блок байпасный, где:
 9 а – клапан защиты (КЗ); 9 б – регулятор давления газа (РДГ)

Основные характеристики УТДУ-4000

| Наименование параметра, единица измерения | Технические условия | Достигнутое значение |
|---|---------------------|----------------------|
| Давление газа на входе в УТДУ, МПа (абс.) | 1,2 | 1,2 |
| Давление газа на выходе из УТДУ, МПа (абс.) | 0,09 | 0,09 |
| Расход газа через УТДУ, н.м ³ /ч | 110 000 | 105 000 |
| Температура газа на входе в агрегат, °С | 90–120 | 90–120 |
| Температура газа на выходе из агрегата, °С | 5 | 5 |
| Мощность УТДУ на клеммах генератора, кВт | 4000 | 4560 |

Важная составляющая УТДУ – система автоматического управления (САУ), которая является основным логическим и управляющим элементом агрегата. САУ позволяет обеспечивать дистанционное автоматизированное управление подготовкой и пуском агрегата, контроль и регулирование параметров в процессе работы, поддержание заданной температуры сепарации, нормальную и аварийную остановку агрегата, отображение контролируемых параметров на экране монитора.

К РАСЧЕТУ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА МЕТОДОМ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СИНУСОИД

Д. С. Балыко

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

Научный руководитель В. В. Соленков

Точный анализ процессов в нелинейных электрических цепях переменного тока с учетом несинусоидальности кривых напряжений и токов, как известно, представляет значительные трудности. Поэтому при расчете устройств, содержащих индуктивные катушки с ферромагнитными сердечниками (стабилизаторов напряжения, трансформаторов, усилителей мощности и т. п.) применяют метод эквивалентных синусоид, согласно которому действительные несинусоидальные кривые напряжения и тока заменяют эквивалентными синусоидами [1], [2]. Это позволяет использовать для суммирования характеристик нелинейных активных и реактивных элементов законы Кирхгофа в комплексной форме записи, а также векторные диаграммы.

Кроме того, для простоты рекомендуется считать, что индуктивные катушки с ферромагнитными сердечниками не имеют потерь, т. е. угол сдвига фаз между эквивалентными синусоидами напряжения и тока катушек $\varphi_k = 90^\circ$. Последнее упрощение, на наш взгляд, не является обязательным, поскольку зависимость $\varphi_k(I)$, как и вольтамперная характеристика $U_k(I)$, могут быть достаточно просто определены, например, экспериментальным путем.

В докладе рассмотрены примеры использования метода эквивалентных синусоид для анализа процессов в стабилизаторах переменного напряжения с учетом потерь мощности в индуктивных катушках с ферромагнитными сердечниками.

Основная часть большинства стабилизаторов, как известно [1], состоит из двух последовательно соединенных сопротивлений – линейного и нелинейного. В простейшем ферромагнитном стабилизаторе (рис. 1) в качестве линейного сопротивления используется конденсатор емкостью C . Последовательно с ним соединена нелинейная катушка индуктивности с ферромагнитным сердечником. Напряжение сети U_1 подается на зажимы всей цепи, а выходное стабилизированное напряжение U_2 снимается с зажимов катушки, т. е. $U_k = U_2$.

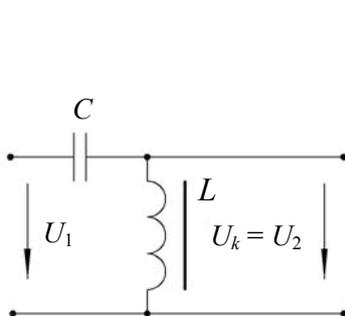


Рис. 1

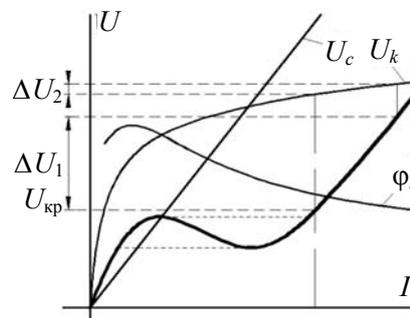


Рис. 2

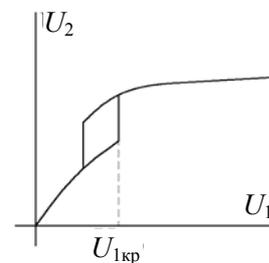


Рис. 3

Как известно [2], [3], качество работы стабилизатора характеризуется коэффициентом стабилизации

$$k_{ст} = \frac{\Delta U_{10}}{\Delta U_{20}},$$

где ΔU_{10} и ΔU_{20} – относительное изменение напряжения на входе и на выходе стабилизатора соответственно. Следовательно, для оценки качества стабилизации устройства необходимо по известным характеристикам $U_c(I)$, $U_k(I)$ и $\varphi_k(I)$ построить зависимость $U_1(I)$. Для этого следует задать несколько значений тока I , каждому из которых соответствуют комплексные напряжения $\underline{U}_c = U_c e^{-j90^\circ}$ и $\underline{U}_k = U_k e^{j\varphi_k}$. Суммируя их, нетрудно получить

$$U_1 = |\underline{U}_c + \underline{U}_k|.$$

Анализ кривых $U_1(I)$ и $U_2(I) = U_k(I)$ (рис. 2) показывает, что значительное изменение напряжения сети ΔU_1 влечет за собой малое изменение выходного напряжения ΔU_2 . Об этом же свидетельствует зависимость $U_2(U_1)$ (рис. 3). Следовательно, рассмотренная схема может быть использована для стабилизации напряжения U_2 . Вместе с тем, ей присущ ряд недостатков (значительный ток I_0 в начале зоны стабилизации; наличие скачков стабилизируемого напряжения и тока; ограниченность зоны стабилизации и др.), которые затрудняют ее практическое применение.

Более перспективной является схема (рис. 4), в которой катушка с ненасыщенным ферромагнитным сердечником и параметрами R_1, L_1 исполняет роль линейного сопротивления. Катушка с насыщенным ферромагнитным сердечником и конденсатор емкостью C , соединенные параллельно, образуют эквивалентный нелинейный элемент, с зажимов которого снимается стабилизированное напряжение U_2 .

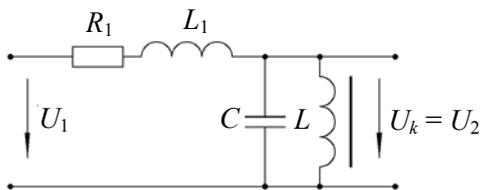


Рис. 4

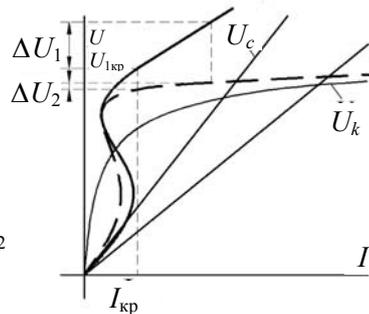


Рис. 5

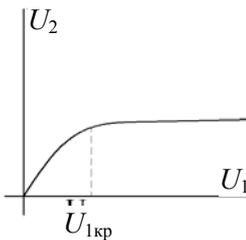


Рис. 6

Расчет вольтамперной характеристики $U_1(I_1)$ в режиме холостого хода ведется в следующем порядке. Задаются несколько значений напряжения U_2 , каждому из которых соответствуют комплексные токи $\underline{I}_c = I_c e^{j90^\circ}$ и $\underline{I}_k = I_k e^{-j\varphi_k}$. При этом значения I_c, I_k и φ_k определяются по характеристикам $U_c(I_c)$, $U_k(I_k)$ и $\varphi_k(I_k)$. Далее, суммируя \underline{I}_c и \underline{I}_k , можно получить

$$\underline{I}_1 = I_1 e^{j\psi_1} = \underline{I}_c + \underline{I}_k.$$

Определив ток I_1 для различных значений U_2 , строим характеристику $U_2(I_1)$. Наконец, суммируя падение напряжения на линейной катушке с напряжением \underline{U}_2 в виде

$$\underline{U}_1 = (R_1 + j\omega L_1)I_1 + \underline{U}_2 = U_1 e^{j\omega t_1},$$

нетрудно определить значения напряжения U_1 , соответствующие значениям тока I_1 , и далее построить характеристики $U_1(I_1)$ (рис. 5) и $U_2(U_1)$ (рис. 6). Их анализ свидетельствует о том, что и в схеме (рис. 4) при значительном изменении входного напряжения ΔU_1 стабилизированное напряжение U_2 изменяется мало. При подключении нагрузки к выходным зажимам стабилизатора характеристика $U_2(U_1)$ становится менее полой, что уменьшает коэффициент стабилизации устройства.

Произведенные расчеты и экспериментальные исследования показали, что предложенная методика позволяет повысить точность расчета и построения характеристик нелинейных цепей переменного тока с ферромагнитными элементами и, в конечном итоге, способствует повышению качества исследования процессов, происходящих в таких цепях.

Литература

1. Нейман, Л. Р. Теоретические основы электротехники : учеб. для вузов / Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. – Л. : Энергоиздат, 1981. – Т. 2. – 416 с.
2. Основы теории цепей : учеб. для вузов / Г. В. Зевеке [и др.]. – 5-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
3. Каплянский, А. Е. Теоретические основы электротехники / А. Е. Каплянский, А. П. Лысенко, Л. С. Полотовский. – М., Л. : Госэнергоиздат, 1961. – 527 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ТЕРМОРЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. Н. Беляй

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

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

При решении задач по снижению тепловых потерь зданий и сооружений следует учитывать весь комплекс энергосберегающих мероприятий: утепление не только стен, но и подвальных и чердачных перекрытий, замена старых окон на новые с повышенным термическим сопротивлением, уменьшение инфильтрационных потерь. При помощи тепловизионного обследования зданий и сооружений можно выявить утечки тепла через трещины и стыки в ограждающих конструкциях, определить качество утепления стен, перекрытий, кровли. Комплексный расчет эффективности снижения тепловых потерь является одной из наиболее трудоемких задач энергосбережения.

Для уменьшения временных затрат проектировщиков и энергоаудиторов была разработана удобная справочная система для автоматизации расчетов. При реализации данного приложения была поставлена задача разработать максимально оптимизированный интерфейс, чтобы пользователь быстро освоил всю функциональность программы.

Для начала работы приложения необходимо создать базу данных основных характеристик ограждающих конструкций (рис. 1).

| Объект | Толщина стены, м | Стены | | Световые проемы (Обычные) | | Крыша | | Двери и вх. группы | |
|----------------------------------|------------------|-------------------------|----------|---------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | | Площадь, м ² | материал | Площадь, м ² | Примечание | Площадь, м ² | Примечание | Площадь, м ² | Примечание |
| Учебный корпус №1 | 0,57 | 2631,00 | кирпич | 1095,00 | | | | | |
| КФЧЖ и Р | | | кирпич | 16,20 | | | | 11,00 | |
| Актовый и спортивный залы | 0,57 | 732,00 | кирпич | 202,20 | | 2104 | | 6,00 | |
| Учебный корпус №2 | 0,57 | 5719,00 | кирпич | 1256,00 | ПВХ | | 3428 | металл. | 40,00 |
| Учебный корпус №3 | 0,57 | 1473,00 | кирпич | 507,00 | | | 1946 | металл. | 10,00 |
| Учебный корпус №4 | 0,70 | 4935,00 | кирпич | 800,00 | | | 1809 | | 36,00 |
| Учебно-культурный корпус №6 | 0,58 | 706,00 | кирпич | 259,30 | | 2200 | | рем. 2004 г. | 25,50 |
| Учебно-спортивный корпус №7 | 0,57 | 1839,30 | кирпич | 249,40 | | 6136 | | Требуется доп. Обслед | |
| Учебно-оздоровительный корпус №8 | 0,57 | 1066,00 | кирпич | 281,60 | | | | Удовл. | 7,00 |
| Центр инженерного образования | 0,80 | | кирпич | 60,50 | | | | Удовл. | |
| Столовая | 0,60 | 595,00 | кирпич | 460,00 | | | | | 20,40 |
| Общежитие №1 | 0,57 | 1612,50 | кирпич | 677,00 | | | 1347 | шифер | 15,14 |
| Общежитие №2 | 0,57 | 1776,00 | кирпич | 691,00 | | | 1141 | | 18,23 |
| Общежитие №4 | 0,67 | 5293,00 | кирпич | 287,60 | | | | После кап.рем. 2004 г | 12,00 |

Рис. 1. Вид окна ввода характеристик ограждающих конструкций

В главном окне находится таблица, где в соответствующие столбцы вводятся размеры стен, световых проемов, крыши и дверей. По этим исходным данным будет производиться дальнейший расчет.

В приложении представлена база данных теплоизоляционных материалов. Для определения затрат на выполнение утепления стен необходимо выбрать необходимые элементы и указать расход материала на м² утепления. Также пользователь может самостоятельно ввести элемент затрат, который отсутствует в данной базе. Для наглядности затраты сводятся в таблицу, где представляются результаты определения стоимости 1 м² строительных и теплоизоляционных материалов (рис. 2).

| Элементы затрат | Ед. изм. | Цена с НДС за единицу, USD | Расход материала на м ² утепления | Стоимость 1м ² утепления, USD |
|--|----------|----------------------------|--|--|
| Укрепление арматурой | | | 0,02 | 4,06 |
| Плиты минераловатные FASROCK, 80мм | м2 | 11,30 | 1,06 | 12,00 |
| Смесь клеевая полимерцементная "Сармалеп-Т" | г | 0,365 | 12,00 | 4,38 |
| Смесь штукатурная полимерцементная "Сармалит" | г | 0,43 | 4,00 | 1,72 |
| Стеклосетка ССШ-160 | м2 | 0,50 | 1,60 | 0,80 |
| Дюбеля (анкера) | т | 0,113 | 8,00 | 0,90 |
| Микропористая фасадная краска на основе полиэфирной смолы СОВРАМАП | 2кг | 94,00 | 0,06 | 2,56 |
| Итого | | | | 26 |

Рис. 2. Вид окна затрат на выполнение теплоизоляции зданий

По заданным характеристикам ограждающих конструкций выполняется расчет фактического термического сопротивления стен зданий. При расчете учитываются коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности соответствующих ограждающих конструкций и др. По полученным расчетным данным в графической форме получается зависимость термического сопротивления стен от толщины кирпичной кладки (рис. 3).



Рис. 3. Вид окна зависимости термического сопротивления стен от толщины кирпичной кладки до термореновации

Аналогично производится расчет термического сопротивления стен зданий после выполнения мероприятий и рассчитываются: годовая экономия тепловой энергии, капитальные вложения на реновацию зданий с учетом всех затрат, а также срок окупаемости мероприятия за счет экономии тепловой энергии. Данные об экономии тепловой энергии при термореновации зданий представляются в удобной для анализа табличной форме (рис. 4).

| Наименование объекта | Площадь поверхности стен для реновации, м ² | Экономия тепловой энергии | | | Кап. вложения, млн.руб. | Ток, лет |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|
| | | Гкал | т. у. т. | Млн.руб. | | |
| Актовый и спортивный залы | 732,00 | 31,50 | 5,50 | 12,47 | 366,00 | 29,34 |
| Учебный корпус №2 | 5719,00 | 245,90 | 43,00 | 97,52 | 2859,50 | 29,32 |
| Учебный корпус №3 | 1473,00 | 63,30 | 11,10 | 25,17 | 736,50 | 29,25 |
| Учебный корпус №4 | 4935,00 | 182,60 | 32,00 | 72,57 | 2467,50 | 33,99 |
| Учебно-культурный корпус № | 706,00 | 30,00 | 5,30 | 12,02 | 353,00 | 29,36 |
| Учебно-оздоровительный кор. | 1066,00 | 45,80 | 8,00 | 18,14 | 533,00 | 29,37 |
| Столовая №3 | 595,00 | 23,80 | 4,20 | 9,52 | 297,50 | 31,23 |
| Общекитие №1 | 1612,50 | 69,30 | 12,10 | 27,44 | 806,25 | 29,37 |
| Общекитие №2 | 1776,00 | 76,40 | 13,40 | 30,39 | 888,00 | 29,21 |
| Общекитие №4 | 5293,00 | 228,00 | 39,80 | 90,26 | 2646,50 | 29,31 |
| Итого | 23907,5 | 996,6 | 174,4 | 395,54 | 11953,75 | 29,98 |

а)

| Наименование объекта | Площадь световых проемов для замены, м ² | ΔР, Па | Экономия тепловой энергии | | | | | Кап. вложения, млн.руб. | Ток, лет |
|----------------------------------|---|--------|---------------------------|--------|--------|-------|----------|-------------------------|----------|
| | | | ΔQк | | ΔQн | | т. у. т. | | |
| | | | Гкал | Гкал | Гкал | Гкал | | | |
| Учебный корпус №1 | 1095,00 | 12,00 | 134,40 | 96,00 | 230,40 | 40,30 | 91,40 | 1752,00 | 19,16 |
| КФЧЖ и Р; | 16,20 | 8,50 | 2,00 | 1,10 | 3,10 | 0,50 | 1,13 | 25,92 | 22,85 |
| Актовый и спортивный залы | 67,70 | 9,00 | 8,30 | 4,70 | 13,00 | 2,30 | 5,21 | 108,32 | 20,76 |
| Учебный корпус №3 | 507,00 | 9,00 | 62,20 | 44,00 | 106,20 | 18,60 | 42,18 | 811,20 | 19,22 |
| Учебный корпус №4 | 800,00 | 13,40 | 98,20 | 75,70 | 173,90 | 30,40 | 68,94 | 1280,00 | 18,56 |
| Учебно-культурный корпус №6 | 139,30 | 11,00 | 17,10 | 20,00 | 37,10 | 6,50 | 14,74 | 222,88 | 15,11 |
| Столовая | 406,00 | 8,50 | 49,80 | 40,00 | 89,80 | 15,70 | 35,60 | 649,60 | 18,24 |
| Общекитие №1 | 677,00 | 13,40 | 83,10 | 76,00 | 159,10 | 27,80 | 63,05 | 1083,20 | 17,17 |
| Общекитие №2 | 691,00 | 14,50 | 84,80 | 82,00 | 166,80 | 29,20 | 66,22 | 1105,60 | 16,69 |
| Общекитие №4 | 1248,30 | 22,50 | 153,20 | 167,20 | 320,40 | 56,10 | 127,23 | 1997,28 | 15,69 |
| Учебно-оздоровительный корпус №8 | 281,60 | 8,50 | 34,60 | 19,70 | 54,30 | 9,50 | 21,54 | 450,56 | 20,911 |
| Центр инженерного образования | 60,50 | 9,00 | 7,40 | 4,40 | 11,80 | 2,10 | 4,76 | 96,80 | 20,32 |
| Итого | 5989,6 | | 734,9 | 734,9 | 1365,7 | 239,0 | 542,05 | 9583,36 | 18,73 |

б)

Рис. 4. Вид диалоговых окон по экономии тепловой энергии: а – при термореновации стен зданий; б – при замене окон и витражей

Данные также представляются пользователю в табличном виде и в виде диаграмм (рис. 5).

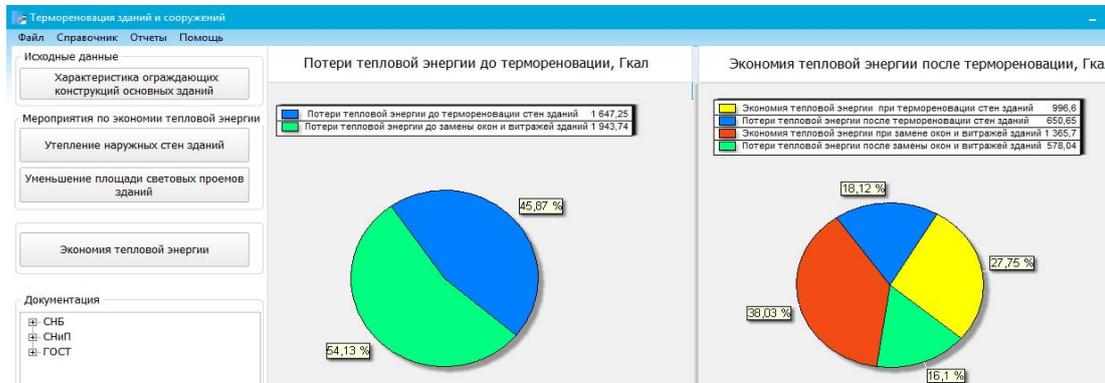


Рис. 5. Соотношение экономии тепловой энергии за счет замены оконных проемов и снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции

В приложении имеется возможность интеграции с MSWord, что позволяет выводить табличную и графическую информацию в готовом для печати виде.

КОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ УДАЛЕННЫХ ДИСКРЕТНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Е. В. Соболев, А. О. Добродей

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

В отличие от световых приборов с традиционными источниками света светодиодные осветительные приборы (СОП) представляют собой сложные электронные устройства с конструктивными особенностями, не присущими другим осветительным приборам. Основными конструктивными элементами, определяющими при соблюдении номинальных условий эксплуатации светотехнические характеристики СОП, являются светодиодный модуль и оптическая система. Наиболее перспективным направлением, позволяющим увеличить однородность цвета и интенсивность излучения СОП, является применение оптических систем с удаленным расположением люминофора [1], [2]. Основным недостатком конструкций световых приборов с удаленным люминофором является относительно высокий расход люминофора, а также удорожание технологии нанесения люминесцентного покрытия, обусловленное дополнительными расходами, направленными на уменьшение агломерации наночастиц люминофора. Учитывая, что светодиодный модуль и оптическая система составляют более 25 % стоимости СОП [3], разработка СОП должна быть направленной на снижение издержек производства его оптической системы.

Целью данной работы является разработка перспективных конструкций оптической системы светодиодных осветительных приборов, на основе удаленных фотолюминесцентных преобразователей света с уменьшенным расходом люминофора.

В рамках данной работы проведено моделирование процесса преобразования света в системе «синий светодиод – удаленный фотолюминесцентный преобразова-

тель». В качестве исходных данных были приняты характеристики светодиода Cree XR Blue ($\lambda_{\max} = 465$ нм) [4] и характеристики спектров возбуждения и излучения люминофора на основе YAG:Ce ($\lambda_{\text{ex_max}} = 460$ нм; $\lambda_{\text{em_max}} = 560$ нм). Модели спектров светодиода и люминофора, принятые для расчета представлены на рис. 1.

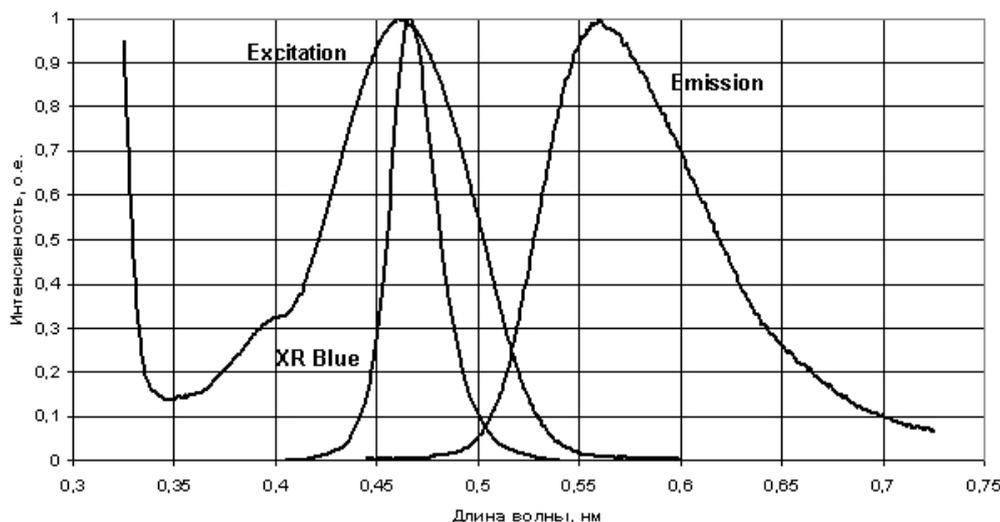


Рис. 1. Модели спектров светодиода Cree XR Blue и люминофора на основе YAG:Ce

На основе образца, полученного в НИЛ «Техническая керамика и наноматериалы» УО ГГТУ им. П. О. Сухого, люминесцентного покрытия с островковой структурой (рис. 2, а), состоящей из агломератов наночастиц люминофора и областей прозрачности, смоделирована и предложена конструкция дискретного фотолюминесцентного преобразователя, состоящего из «ячеек прозрачности» и «ячеек люминофора» (рис. 2, б).

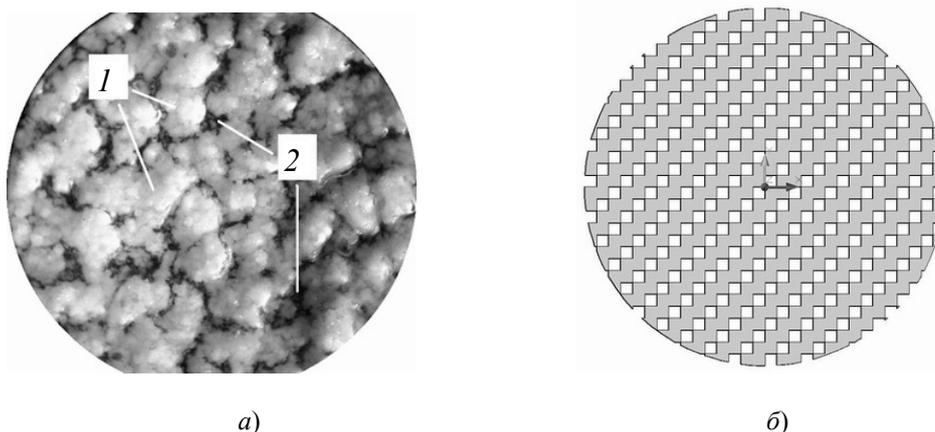


Рис. 2. Образец (а) люминесцентного покрытия с островковой структурой и модель дискретного фотолюминесцентного преобразователя света (б); 1 – агломерированные частицы ИАГ; 2 – области прозрачности

Результаты моделирования для различных конструктивных решений удаленного фотолюминесцентного преобразователя приведены на рис. 3. Соотношение «ячеек люминофора» и «ячеек прозрачности» для конструктивного решения: № 1 – 1/0; № 2 – 1/1; № 3 – 2/1; № 4 – 3/1.

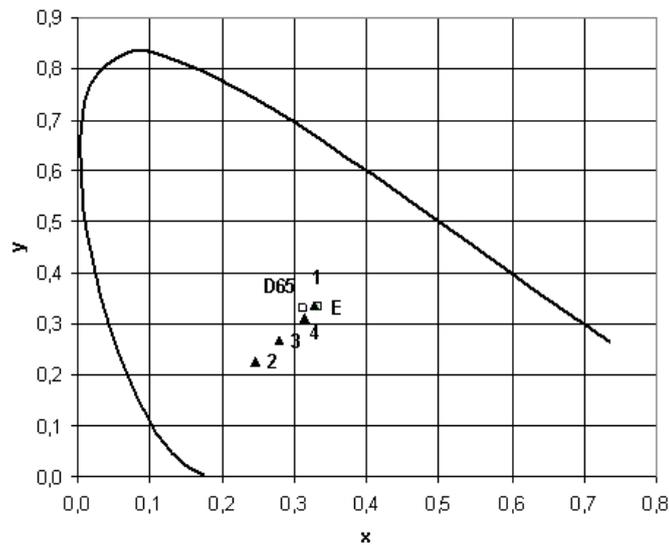


Рис. 3. Координаты цветности для конструктивных решений № 1–4 по отношению к стандартным излучателям MCO D65 и E

На основе идеи дискретного фотолюминесцентного преобразователя с островковым люминофорным слоем авторами запатентована конструкция светодиодного светильника [5] (рис. 4) для эксплуатации внутри помещений в качестве источника рассеянного белого света.

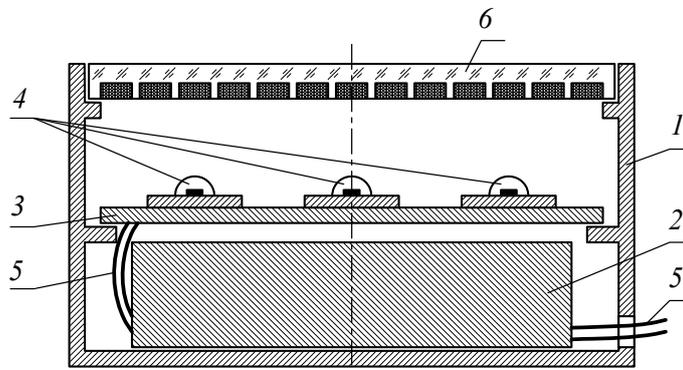


Рис. 4. Конструкция светодиодного светильника:
1 – корпус; 2 – блок питания; 3 – печатная плата; 4 – светодиоды синего цвета излучения; 5 – проводники; 6 – плафон-рассеиватель

Отличительной особенностью разработанного светодиодного светильника является оптическая система в виде дискретного фотолюминесцентного преобразователя, состоящего из «ячеек прозрачности» и «ячеек люминофора». Данная конструкция в значительной степени уменьшает расход люминофора, за счет наличия «ячеек прозрачности», а также увеличения концентрации люминофора, обусловленной агрегацией наночастиц. При этом предложенная конструкция фотопреобразователя сохраняет равномерность и однородность излучения. Планируемый экономический эффект достигается за счет уменьшения расхода люминофора и совместимости нанесения компаунда с промышленными методами шликерного литья, используемыми на предприятиях светотехнической и приборостроительной промышленности.

Литература

1. Kim, J. K. Strongly enhanced phosphor efficiency in GaInN white light-emitting diodes using remote phosphor configuration and diffuse reflector cup / Kim J.K., Luo H., Schubert E.F., Cho J., Sone C., Park Y. // Japanese Journal of Applied Physics. – 2005. – Vol. 44, No. 21. – P. 649–651.
2. Luo, H. Analysis of high-power packages for phosphor-based white-light-emitting diodes / Luo H., Kim J. K., Schubert E. F., Cho J., Sone C., Park Y. // Applied physics letters 86, 2435505. – 2005.
3. Подгорбунских, А. Светодиодные светильники. Разработка в условиях быстрого снижения стоимости и роста КПД светодиодов / А. Подгорбунских // Light expert. Современная светотехника. – 2011. – № 1. – С. 62–65.
4. Cree [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cree.com/>. – Дата доступа: 01.10.2011.
5. Светильник светодиодный : пат. на полезную модель 7988 Респ. Беларусь, МПК F21S 8/00, H01J 63/00 / А. О. Добродей, Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко, Е. В. Соболев ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – № u20110582 ; заявл. 18.07.11 ; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 244.

ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ ОЗОНОБЕЗОПАСНОГО ХЛАДАГЕНТА R134A В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР КИПЕНИЯ

Е. Н. Волкова, В. Г. Якимченко

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

Научный руководитель А. В. Овсянник

Цели работы:

- экспериментальное исследование процесса теплообмена при парообразовании озонобезопасного хладагента R134a в условиях повышенных температур кипения;
- получение зависимостей коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока при кипении фреона-134a при давлениях насыщения $p_n = 0,4 \div 0,7$ МПа ($t_n = 13,6 \div 30$ °С) на гладкой поверхности;
- согласование полученных опытных данных с результатами опытов, полученных Вебом на гладких горизонтальных трубах.

Повышенные температуры кипения характерны для испарителей теплонасосных установок, работающих при температурах низкогопотенциального источника 20–30 °С.

Для исследований теплообмена при кипении озонобезопасного хладагента R134a использовался специальный экспериментальный стенд, схема которого приведена на слайде. На данном этапе работы была проведена модернизация экспериментального стенда для исследования процесса кипения озонобезопасных хладагентов в испарителях теплообменных аппаратов. Проведены следующие работы: для повышения точности и снижения погрешности измерений заменен электронно-вычислительный комплекс, упрощена схема развязки термодинамических узлов, удален электроподогреватель охлаждающей жидкости, для улучшения контроля параметров насыщения к рабочей камере присоединен двухконтурный конденсатор взамен одноконтурного выносного.

К рабочей камере стенда (рис. 1) сверху по центру присоединен теплообменник-конденсатор, представляющий собой цилиндр диаметром 107 мм и длиной 285 мм. В торцевой стенке конденсатора предусмотрена возможность установки стекла с крышкой для визуального наблюдения за процессами конденсации. Ось конденсатора расположена вертикально. Наблюдения за процессами парообразования произ-

водятся через боковое и торцевое смотровые окна. Рабочая камера полностью заполняется рабочей жидкостью вплоть до внутренней линии разъема с теплообменником-конденсатором. Это обеспечивает независимость интенсивности теплообмена при кипении относительно высоты столба жидкости над поверхностью нагрева. Высота этого столба варьируется в зависимости от габаритных размеров образцов в пределах $25 \div 50$ мм.

Рабочая испарительная камера 1 не подвергалась изменению и представляет собой цилиндр, закрытый фланцами 6 и 4. Фланцы 4 и 9 имеют стеклянные иллюминаторы для подсветки фонарем и визуального наблюдения за процессами кипения на поверхности образца. На фланце 6 смонтирован разъем 8 для подвода термопар. Через осевой канал фланца 6 внутрь рабочего образца устанавливается электрический нагреватель. Водяной теплообменник-конденсатор 2 выполнен в виде цилиндрической емкости, в которой установлены два змеевика, смонтирован вертикально и по середине относительно испарительной камеры и служит для поддержания стационарных условий проведения эксперимента. На фланце конденсатора располагаются по две пары трубок для подвода и отвода охлаждающей жидкости. Исследуемая рабочая жидкость находится в баллоне 3, фиксируемом вертикально на левой стойке стенда. На рабочей камере установлены манометр 10, вентили 11, используемые для подачи (вывода) в камеру углекислоты при проверке на герметичность или замене образца, ввода (вывода) рабочей жидкости и присоединения вакуумного насоса.

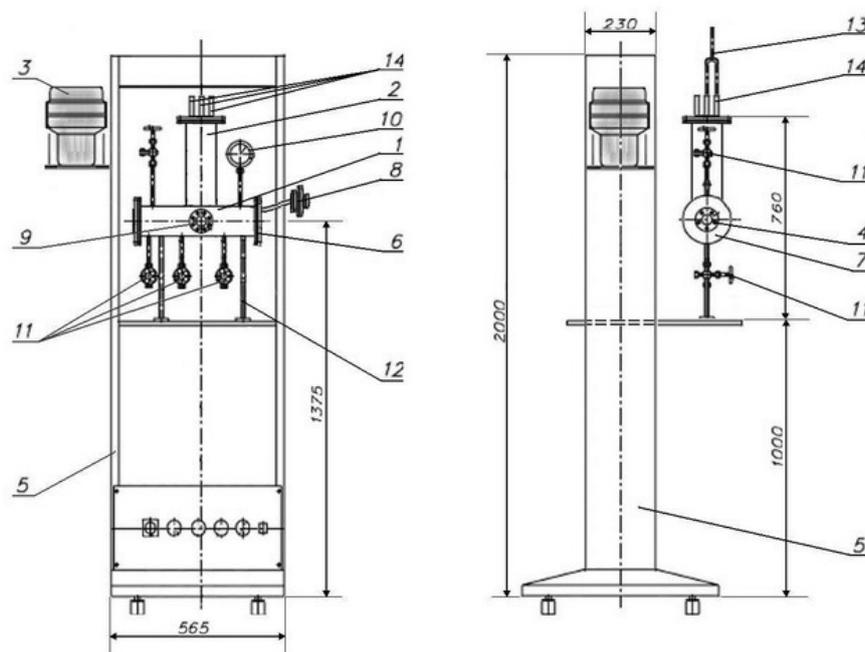


Рис. 1. Схема экспериментального стенда для исследования процессов парообразования в испарителях:
 1 – рабочая камера; 2 – конденсатор; 3 – баллон с рабочей жидкостью;
 4, 9 – иллюминатор; 5 – стойка; 6, 7 – фланцы; 8 – вывод термопар;
 10 – манометр; 11 – вентиль; 12 – опора рабочей камеры;
 13, 14 – вход и выход охлаждающей жидкости

Для визуального наблюдения процесса кипения предусмотрены два смотровых иллюминатора диаметром 50 мм.

Измерительная система работала в циклическом режиме опроса термодатчиков (скорость опроса 10 измерений в секунду) через определенный промежуток времени. После достижения установившегося режима теплообмена, определяемого по выводимым данным на дисплей ПЭВМ, производилась регистрация показаний термодатчиков.

Затем изменялась величина подводимой тепловой нагрузки, и процедура повторялась до следующей экспериментальной точки.

Измерительная система представляет собой комплекс, состоящий из измерителя-регулятора «Сосна-002» фирмы ЭНЕРГОПРИБОР и компьютера.

Экспериментальные исследования по теплоотдаче при кипении фреона-134а проводились на горизонтальной гладкой трубе из дюралюминия (при давлениях насыщения $p_n = 0,4 \div 0,7$ МПа ($t_n = 13,6 \div 30$ °С)). Для измерения температурного напора на поверхности экспериментального образца зачеканены хромель-копелевые дифференциальные термодатчики. Контроль давления насыщения осуществлялся с помощью мановакуумметра МВПЗА-УУ2 с точностью $\pm 0,20 \cdot 10^3$ Па. Тепловой поток, отнесенный к основной поверхности, ($q = 7 \div 53$ кВт/м²) подводился к образцам электрическим нагревателем, установленным в цилиндрической полости образца

Опытные данные были обработаны с помощью программы ORIGIN 6.1.

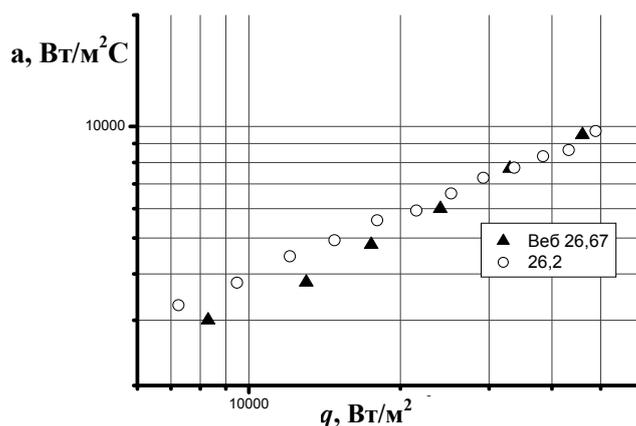


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока при кипении фреона-134а в условиях повышенных температур кипения

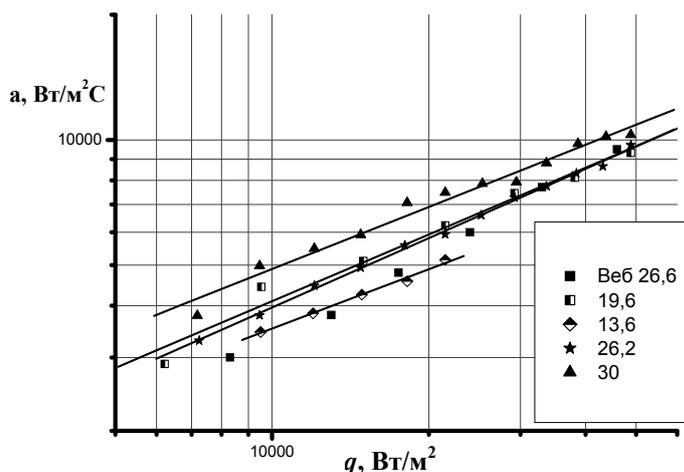


Рис. 3. Зависимости коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока при кипении фреона-134а при давлениях насыщения $p_n = 0,4 \div 0,7$ МПа

Заключение. Для того, чтобы удостовериться в надежности полученных опытных данных, на экспериментальной установке были выполнены контрольные опыты. Были построены графические зависимости коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока при кипении фреона-134а при давлениях насыщения $p_n = 0,4 \div 0,7$ МПа ($t_n = 13,6 \div 30$ °С) на гладкой поверхности. Как видно из графиков, опытные данные настоящего исследования удовлетворительно согласуются с результатами опытов, полученных Вебом на гладких горизонтальных трубах, что позволяет в дальнейшем использовать модернизированную установку для исследования теплообмена при кипении озонобезопасных хладагентов с погрешностью, не превышающей 20 %.

ЗАМЕНА ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

Е. А. Плотников, А. Н. Рубанов

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

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Введение. Внедрение современных энергосберегающих ламп в быту сдерживается рядом объективных и субъективных факторов. Несмотря на массу преимуществ современные энергосберегающие источники света, по-прежнему, довольно дороги, и вполне естественно, что многие просто не могут позволить себе такую «роскошь». Другие не понимают, как, например, компактная люминесцентная лампа, которая в 10–15 раз дороже лампы накаливания, может быть выгоднее последней. Третьи просто не могут определиться в выборе наиболее экономически эффективного источника света, тем более что в последнее время, помимо уже достаточно хорошо известных компактных люминесцентных и светодиодных ламп, появились еще и индукционные источники света. Все эти осветительные устройства имеют различные технико-экономические показатели (цену, срок службы, потребляемую мощность и т. д.), что усложняет выбор.

Кроме того, следует отметить, что не всегда замена лампы накаливания современным энергосберегающим источником света может быть экономически оправдана. При низком числе часов использования источника света, срок его окупаемости может быть достаточно большим, энергосберегающая лампа выйдет из строя раньше (из-за большого числа включения-отключения), чем окупит затраты на покупку.

Цель работы:

– разработать программное обеспечение для автоматизации расчетов по определению параметров эффективности замены ламп накаливания современными источниками света;

– провести анализ экономической эффективности замены ламп накаливания современными источниками света, и выяснить какой из них является наиболее выгодной заменой лампе накаливания.

Результаты работы. Разработанное программное обеспечение позволяет проводить расчеты по анализу экономической эффективности замены источников света. Внешний вид главного окна программы приведен на рис. 1.

Исходными данными для расчета являются: тариф оплаты за электроэнергию, время работы ламп в день, мощности сравниваемых ламп, срок их службы и стоимость. Критериями экономической эффективности являются срок окупаемости проекта и относительный экономический эффект.

Для упрощения поиска и ввода исходных данных составлена база данных включающая основные технические характеристики для нескольких сотен следующих типов источников света: ламп накаливания, компактных люминесцентных ламп, индукционных и светодиодных источников света. Окно базы данных программы представлено на рис. 2.

В случае отсутствия в базе параметров лампы, их можно ввести вручную в главном окне программы в соответствующие поля.

Также предусмотрен вывод результатов на печать.

Программа для анализа экономической эффективности источников света

Печать результатов О программе Выход

Укажите тариф на электроэнергию, бел. руб./кВт*ч

Тариф, руб/кВт*ч

Время работы лампы в день, ч

Исходная лампа: Сравнимая лампа:

Тип исходной лампы Тип сравнимой лампы

Производитель:

Наименование:

Мощность, Вт:

Свет. поток, Лм:

Срок службы, ч:

Стоимость, руб:

Срок окупаемости лампы: дней Расчет

Относительный экономический эффект: руб

Рис. 1. Главное окно программы

Лампы накаливания

Сортировка по (выберите параметры)

| Производитель | Наименование | Мощность, Вт | Световой поток, Лм | Срок службы, ч |
|------------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
| General Electric | 40A1/FR/E27 | 40 | 490 | 1000 |
| General Electric | 60A1/FR/E27 | 60 | 620 | 1000 |
| General Electric | 100A1/FR/E27 | 100 | 1340 | 1000 |
| General Electric | 15A1/FR/E27 | 15 | 90 | 1000 |
| General Electric | 25A1/FR/E27 | 25 | 230 | 1000 |
| General Electric | 40A1/FR/E27 | 40 | 415 | 1000 |
| General Electric | 60A1/FR/E27 | 60 | 710 | 1000 |
| General Electric | 75A1/FR/E27 | 75 | 940 | 1000 |
| General Electric | 100A1/FR/E27 | 100 | 1340 | 1000 |
| General Electric | 150A1/FR/E27 | 150 | 2160 | 1000 |
| General Electric | 200A1/FR/E27 | 200 | 3040 | 1000 |
| General Electric | 15A1/CL/E27 | 15 | 90 | 1000 |
| General Electric | 25A1/CL/E27 | 25 | 230 | 1000 |
| General Electric | 40A1/CL/E27 | 40 | 415 | 1000 |
| General Electric | 60A1/CL/E27 | 60 | 710 | 1000 |
| General Electric | 75A1/CL/E27 | 75 | 940 | 1000 |
| General Electric | 100A1/CL/E27 | 100 | 1340 | 1000 |
| General Electric | 150/CL/E27 | 150 | 2160 | 1000 |
| General Electric | 200A1/CL/E27 | 200 | 3040 | 1000 |
| General Electric | 25A1/SL/E27 | 25 | 200 | 1000 |
| General Electric | 40A1/SL/E27 | 40 | 360 | 1000 |
| General Electric | 60A1/SL/E27 | 60 | 620 | 1000 |
| General Electric | 75A1/SL/E27 | 75 | 820 | 1000 |

Поиск по параметрам:

производителю: наименованию: мощности:

сроку службы, не менее... световому потоку, не менее...

Исходная лампа Назад Выбор

Рис. 2. Окно базы данных

С помощью разработанного программного обеспечения были проведены расчеты для современных источников света эквивалентных по световому потоку лампе накаливания мощностью 60 Вт (примерно 650–750 люмен), марка и технико-экономические характеристики которых приведены в таблице. Проанализированы зависимости:

- общих затрат при использовании источника света от времени его эксплуатации;
- срока окупаемости энергосберегающего источника света (при замене лампы накаливания) от числа часов его работы в день;
- срока окупаемости энергосберегающего источника света (при замене лампы накаливания) от тарифа оплаты за электроэнергию.

| Тип источника света | Световой поток, Лм | Мощность, Вт | Срок службы, ч | Цена, р. |
|---|--------------------|--------------|----------------|----------|
| Лампа накаливания Comtech - SA CL 60 E27 | 720 | 60 | 1000 | 2700 |
| Галогенные лампы Comtech - HA CL 60 E27 | 720 | 60 | 2000 | 4800 |
| Компактная люминесцентная лампа Lummax КЛБ 13/840-E27 | 700 | 13 | 15000 | 36000 |
| Светодиодная лампа BIOLEDEX NUMO 8W E27 LED | 660 | 8 | 50000 | 459000 |
| Индукционная лампа Venus LVD-ZWJY-JY-15W | 750 | 15 | 60000 | 333000 |

Заключение. На сегодняшний день лучшей альтернативой лампе накаливания является компактная люминесцентная лампа. Рекомендуется применять их в помещениях, где источники света работают более двух часов в день, тогда срок окупаемости не будет превышать двух лет. При небольшом числе часов использования искусственного освещения (ванные комнаты, прихожие, туалеты и т. п. помещения), применение компактных люминесцентных ламп экономически не целесообразно, так как в этом случае срок их окупаемости достаточно большой, и они могут выйти из строя раньше, чем окупят свои капитальные затраты.

Светодиодные и индукционные лампы, не смотря на ряд технических преимуществ по сравнению с компактными люминесцентными лампами, все еще уступают им по экономическим показателям. Это объясняется, прежде всего, очень высокой стоимостью данных источников света.

Увеличение тарифа оплаты за электроэнергию будет вести к повышению эффективности замены ламп накаливания современными источниками света.

Практическая и социальная значимость работы заключается в следующем. В случае обеспечения свободного доступа к разработанному программному обеспечению (например, посредством интернет), каждый обыватель получит возможность самостоятельно определить срок окупаемости современных источников света при замене ими устаревших ламп накаливания. Тем самым можно будет убедиться в эффективности замены для конкретных (своих) бытовых условий (времени работы ламп, их технических и экономических характеристик, тарифа и т. п.), что в свою очередь будет способствовать повышению темпов внедрения современных источников света.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. С. Шведова

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

Научный руководитель О. Г. Широков

Существует несколько методов определения показателей качества электрической энергии (ПКЭ):

- измерительный;
- регистрационный;
- расчетный;
- органолептический;
- экспертный;
- социологический.

Измерительный метод определения показателей качества электрической энергии получил наибольшее распространение.

Метод позволяет на основании измерений, проведенных в точках установки средств измерения, определить соответствие (или несоответствие) измеренных показателей качества продукции установленным требованиям. Измерения, как правило, проводятся испытательными лабораториями с использованием средств измерений, внесенных в государственный реестр и поверенных в соответствии с установленными методиками. Данный метод является наиболее точным, так как основывается на обработке большого массива измеренных значений, исключает субъективную оценку и имеет нормированное значение погрешности. Однако следует отметить, что в случае, если измерения показателей проводились на ограниченном временном интервале, результаты измерений адекватны только на момент проведения испытаний.

К современным средствам измерения ПКЭ относятся такие приборы как: УК-1, Энергомонитор, Эрис КЭ, Уран 100-Мероприятия, АПКЭ-1 и другие. Большинство зарубежных приборов удобны в эксплуатации и надежно функционируют, но не удовлетворяют требуемым ГОСТ 13109–97 алгоритмам измерения. Поэтому далее рассмотрим отечественный прибор УК-1.

Устройство представляет собой современный измерительный прибор, производящий обработку данных по передовым цифровым технологиям. Подключается к одно- и трехфазным сетям 0,38 кВ непосредственно, к сетям с большим напряжением – через измерительные трансформаторы, автономно накапливает информацию более двух месяцев, производит статистическую обработку накопленных данных и сравнение результатов с установленными нормами качества электроэнергии, печатает на принтере протоколы анализа качества электроэнергии без ПЭВМ, позволяет просматривать результаты измерений, как в текстовом, так и графическом видах. Специальное программное обеспечение УК-1 для ПЭВМ позволяет просматривать графики изменения и гистограммы измеряемых показателей качества электроэнергии, что при сравнении с графиками электрических нагрузок или графиками работы потребителя или приемника в некоторых случаях позволяет определить источник искажения качества электроэнергии. Например, на рис. 1 представлен график изменения значений коэффициента обратной последовательности напряжений K_{2U} за время измерения на шинах 33 кВ который в рассматриваемый интервал времени

практически повторяет форму графика электрической нагрузки при работе электродуговой сталеплавильной печи.

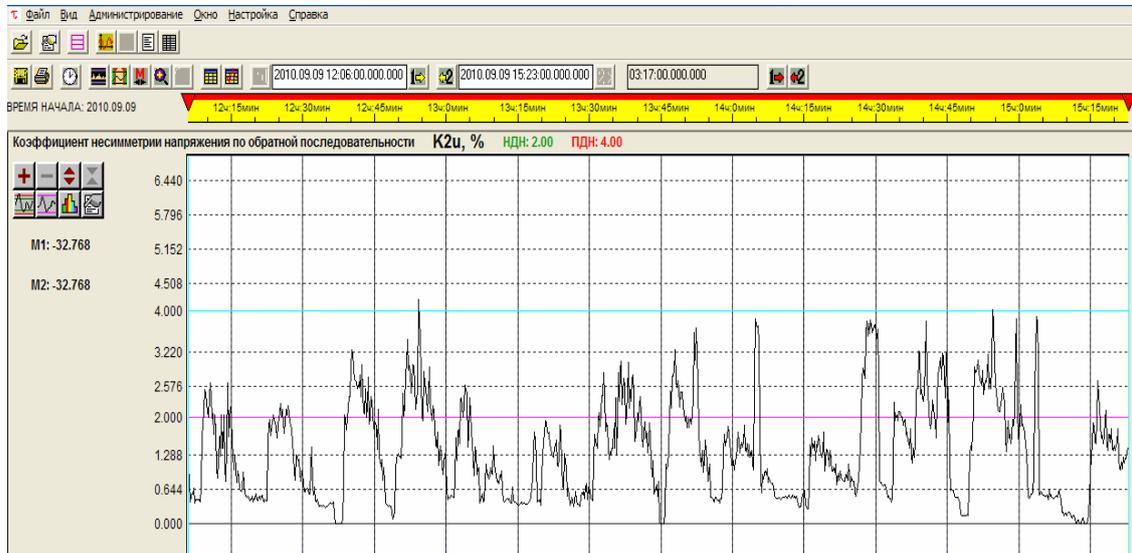


Рис. 1. График изменения значений коэффициента K_{2U} за время измерения на шинах 33 кВ

Регистрационный метод определения показателей качества продукции опирается на данные, зафиксированные эксплуатационным персоналом сетевой компании, ответственным за регистрацию и обработку соответствующих данных. К ним относятся данные, зарегистрированные соответствующими измерительными приборами, стационарно установленными на объектах электрических сетей (пунктах контроля и учета электроэнергии), а также данные, зафиксированные персоналом сетевой компании в ходе эксплуатационной деятельности. К основным данным для регистрационного метода определения показателей качества электрической энергии относят данные, полученные по результатам «режимного дня» (замерного дня, производимого сетевой компанией два раза в год), и данные, полученные при проведении специальных измерений параметров электрической энергии, например, при проведении измерений нагрузки в центрах питания и уровней напряжения в контрольных точках электрических сетей (ТП, КТП, в точках, определенных как центры нагрузок).

Расчетный метод определения показателей качества электрической энергии основывается на данных, указанных в таких документах, как ТУ на технологическое присоединение потребителей электрической энергии, электрические однолинейные схемы распределительных сетей, укрупненные показатели, приведенные в нормативной и методической документации и т. д.

Преимуществом данного метода является относительно низкая себестоимость. К недостаткам расчетного метода можно отнести большую погрешность полученных результатов. Именно поэтому в чистом виде метод используется для качественной или укрупненной оценки интересующих показателей. Как правило, с целью снижения погрешности полученных результатов применяют расчетный метод совместно с регистрационным, либо с измерительным.

Органолептический метод определения показателей качества продукции основан на социологическом методе определения показателей качества электрической

энергии при поступлении информации от потребителей. В свою очередь информация потребителей формируется на основании собственных наблюдений посредством восприятия органов чувств. К данному методу можно отнести следующие примеры:

– при появлении провала напряжения в питающей электрической сети электрические двигатели выходят из номинального режима работы, при этом сильно изменяется частота и тональность звука, возникающего при работе данного двигателя;

– в процессе передачи электрической энергии могут появляться колебания напряжения с большой частотой. Они проявляются в виде мерцания освещения, а оценивается это показателем качества – дозой фликера (доза фликера – мера восприимчивости человека к воздействию фликера за установленный промежуток времени, например, мерцание лампы накаливания, присоединенной к определенной электрической сети).

Экспертный метод определения показателей качества продукции основывается на анализе результатов определения показателей качества продукции, полученных всеми выше описанными методами. Только при анализе обобщенной информации о продукции может быть принято решение о ее соответствии (или несоответствии) установленным требованиям, а также стабильности показателей качества во времени. Точность экспертного метода напрямую зависит от опыта и знаний эксперта. К недостаткам метода можно отнести субъективную оценку и отсутствие нормированного значения погрешности.

Социологический метод определения показателей качества продукции основывается на информации, поступающей от потребителей электрической энергии и субъектов рынка электроэнергетики. В этом случае под потребителями электрической энергии подразумеваются потребители всех форм собственности, имеющие технологическое присоединение к электрическим сетям сетевой компании. Под субъектами рынка электроэнергетики подразумеваются юридические лица (организации), участвующие в процессе производства, передачи, реализации и потребления электрической энергии, имеющих возможность оказывать влияние на качество электрической энергии в электрических сетях сетевой компании, а также имеющих договорные отношения с сетевой компанией на оказание услуг по передаче электрической энергии.

Анализ рассмотренных методов определения значений показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения предприятий показывает, что для действующих предприятий наиболее точным и, следовательно, предпочтительным является измерительный метод. Для вновь строящихся или модернизируемых предприятий на этапе проектирования системы электроснабжения для определения возможного влияния такого предприятия на качество электроэнергии в точке общего присоединения предпочтительным является расчетный метод. Однако до настоящего времени нет общепринятых подходов к учету показателей качества электроэнергии при проектировании систем электроснабжения. Поэтому целесообразной является разработка алгоритма проектирования систем электроснабжения предприятий с учетом определения возможных значений показателей качества электроэнергии, а в последующем и разработка алгоритма проектирования систем электроснабжения предприятий с учетом нормализации показателей качества электроэнергии в точках общего подключения до нормируемого уровня.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109–87. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Изд-во стандартов, 1988.

Секция IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ПРОГРАММНЫЙ ПОИСК ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С НАИЛУЧШИМИ ВЗАИМНО КОРРЕЛЯЦИОННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

В. О. Старостенко

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

Научный руководитель Е. А. Храбров

В настоящее время найдено большое количество различных кодовых последовательностей, исследованы их автокорреляционные свойства, отобраны лучшие из них по разным критериям для решения задач оптимальной обработки сигналов. В данной работе ставится целью отыскание небольшого ансамбля псевдослучайных последовательностей с наилучшими взаимно корреляционными функциями.

Для исследования взаимно корреляционных свойств были взяты 32 последовательности с количеством символов 24, 25, 26 и 31. Тип каждой последовательности, ее длина N и количество уровней p указаны в табл. 1.

Таблица 1

Типы исследуемых последовательностей

| Тип последовательности | N | p | Номер последовательности |
|------------------------|-----|-----|--------------------------|
| Фрэнка | 25 | 5 | 8 |
| Холла | 31 | 2 | 29 |
| Лежандра | 31 | 2 | 30 |
| Лина | 26 | 3 | 15–18 |
| Морена | 26 | 3 | 19 |
| PClass | 25 | 5 | 9–10 |
| Q Kasami | 24 | 5 | 5–6 |
| | 26 | 3 | 20 |
| | 31 | 2 | 31 |
| Сидельникова | 24 | 5 | 7 |
| | 26 | 3 | 21–22 |
| | 31 | 2 | 32 |
| M – последовательность | 24 | 5 | 1–4 |
| | 26 | 3 | 11–14 |
| | 31 | 2 | 23–28 |

В MATLAB была написана программа, которая вычисляет взаимно корреляционную функцию двух последовательностей и определяет ее максимальное значение. Далее последовательным перебором всех последовательностей были получены мак-

симильные значения их взаимно корреляционных функций. По результатам вычислений, где взаимно корреляционная функция была больше 0,5, можно с большой степенью вероятности сказать, что некоторые последовательности полученные разными способами являются копиями друг друга сдвинутыми на некоторое количество символов. Такими последовательностями являются 6 и 7, а также 15, 19, 21 и 22.

На основании этих вычислений можно отобрать ансамбль псевдослучайных последовательностей, обладающий наилучшими свойствами по критерию минимума взаимно корреляционной функции. В табл. 2 приведен результат расчета взаимно корреляционных функций для ансамбля из 10 таких последовательностей

Таблица 2

Максимальные значения взаимно корреляционных функций

| Номер последовательности | 6 | 8 | 9 | 10 | 20 | 23 | 25 | 26 | 27 | 30 | 31 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 1 | 0,308 | 0,363 | 0,337 | 0,323 | 0,314 | 0,250 | 0,270 | 0,383 | 0,339 | 0,357 |
| 8 | 0,307 | 1 | 0,322 | 0,387 | 0,354 | 0,387 | 0,290 | 0,290 | 0,290 | 0,322 | 0,312 |
| 9 | 0,362 | 0,322 | 1 | 0,290 | 0,322 | 0,322 | 0,322 | 0,316 | 0,322 | 0,354 | 0,322 |
| 10 | 0,336 | 0,387 | 0,290 | 1 | 0,322 | 0,290 | 0,354 | 0,354 | 0,290 | 0,290 | 0,290 |
| 20 | 0,322 | 0,354 | 0,322 | 0,322 | 1 | 0,354 | 0,322 | 0,354 | 0,354 | 0,322 | 0,290 |
| 23 | 0,314 | 0,387 | 0,322 | 0,290 | 0,354 | 1 | 0,322 | 0,322 | 0,319 | 0,354 | 0,322 |
| 25 | 0,250 | 0,290 | 0,322 | 0,354 | 0,322 | 0,322 | 1 | 0,322 | 0,354 | 0,319 | 0,290 |
| 26 | 0,270 | 0,290 | 0,316 | 0,354 | 0,354 | 0,322 | 0,322 | 1 | 0,290 | 0,351 | 0,387 |
| 27 | 0,383 | 0,290 | 0,322 | 0,290 | 0,354 | 0,319 | 0,354 | 0,290 | 1 | 0,387 | 0,322 |
| 30 | 0,339 | 0,322 | 0,354 | 0,290 | 0,322 | 0,354 | 0,319 | 0,351 | 0,387 | 1 | 0,322 |
| 31 | 0,357 | 0,312 | 0,322 | 0,290 | 0,290 | 0,322 | 0,290 | 0,387 | 0,322 | 0,322 | 1 |

Результаты данной работы будут полезны для организации канала связи с кодовым разделением.

Литература

1. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.
2. Прокис, Дж. Цифровая связь : пер. с англ. / Дж. Прокис ; под ред. Д. Д. Кловского. – М. : Радио и связь, 2000. – 800 с.

ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЗОЛОТНИКА ГИДРОАППАРАТА

В. А. Хананов

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

Научный руководитель В. А. Карпов

Пропорциональный клапан обеспечивает плавное регулирование величины потока, поступающего в гидромотор. Это дает возможность изменять скорость исполняемого механизма в широком диапазоне от нуля до максимума. Пропорциональная

гидравлика повышает эффективность, увеличивает степень безопасности системы, как результат повышается точность и удобство управления машиной в процессе ее эксплуатации.

Управление подачей рабочей жидкости производят как непосредственно (ручное управление), так и дистанционно (посредством гидравлики, пневматики или электричества). Наиболее эффективно управлять пропорциональным гидрораспределителем с помощью электромагнитов (рис. 1). Когда якорь Э/М действует на шток золотника, который при движении увеличивает окна гидрораспределителя, начинается движение рабочей жидкости с расходом, пропорциональным смещению золотника. Так как расход жидкости строго зависит от смещения золотника, информация о его положении является основным информационным параметром, для качественного управления гидросистемой [1].

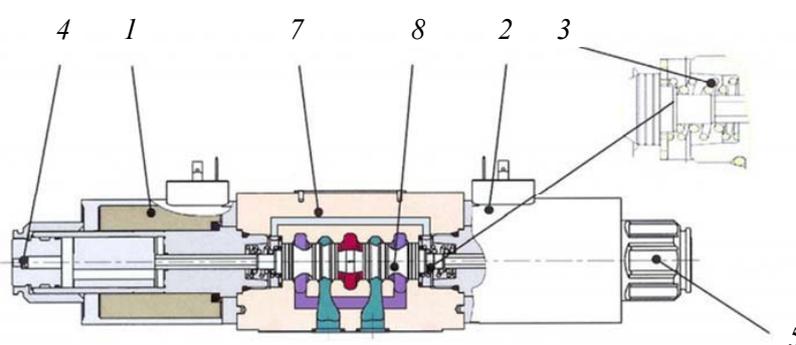


Рис. 1. Вид гидроаппарата:

1, 2 – электромагниты; 3 – пружина; 4 – устройство ручного управления;
5 – контргайка; 7 – корпус гидрораспределителя; 8 – золотник

В настоящее время для измерения перемещений золотника гидроаппарата широко используются индуктивные датчики и датчики холла. Наиболее распространены индуктивные датчики перемещения. К их достоинствам можно отнести простоту и прочность конструкции, отсутствие скользящих контактов, возможность подключения к источникам промышленной частоты, значительную чувствительность. В то же время работа датчика возможна только на переменном токе, а это значит, что точность зависит от стабильности питающего напряжения [2]. Использование таких датчиков на мобильных установках вызывает дополнительные трудности. Системы основанные на датчике Холла лишены вышеперечисленных недостатков, но они требуют установки на шток золотника магнита, что требует высокой прецизионности изготовления конструкции. При перекосе штока изменяется положение магнита относительно датчика холла, что приводит к дополнительной погрешности.

В данной работе осуществлена разработка емкостного датчика для определения положения золотника гидроаппарата. Емкостные преобразователи имеют ряд специфических достоинств и недостатков, определяющих область их применения. Конструкция емкостного датчика проста, он имеет малые массу и размеры. Его подвижные электроды могут быть достаточно жесткими, с высокой собственной частотой, что дает возможность измерять быстропеременные величины. Отличительной особенностью является малая сила притяжения электродов [3]. Кроме того, перекося штока в результирующую погрешность преобразования входит вторым порядком малости.

Основным недостатком емкостных преобразователей является малая их емкость и высокое сопротивление. В работах [3], [4] для уменьшения последнего преобразователя питали напряжением высокой частоты, что приводило к другому недостатку – повышенной сложности вторичных преобразователей. Недостатком является и то, что результат измерения зависит от изменения параметров кабеля.

Современное развитие микроэлектронных устройств позволяет расположить измерительную цепь и вторичный преобразователь в одном корпусе, что исключает погрешность вносимую кабелем.

Для упрощения схемы вторичного преобразователя была использована схема зарядового усилителя. Ее достоинствами является нечувствительность к изменению сопротивления потерь R_x и отсутствие необходимости в источнике переменного напряжения.

Сущность зарядного метода заключается в заряде чувствительного элемента до известного опорного напряжения (замыканием ключей К1 и К3) с последующим его разрядом через измерительную схему (замыканием ключей К2 и К4). Структурная схема такого преобразователя представлена на рис. 2 [5].

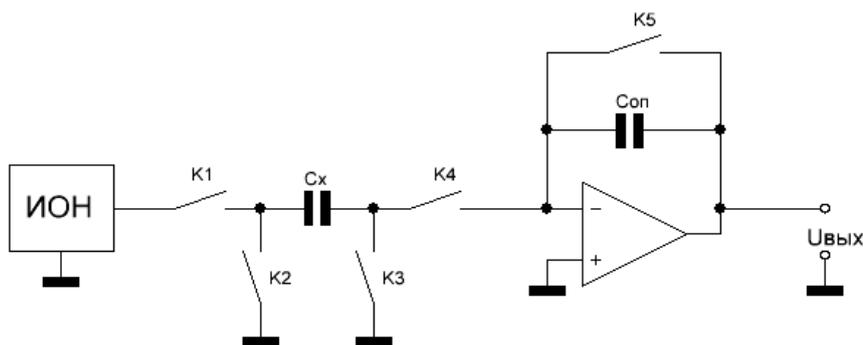


Рис. 2. Структурная схема зарядового усилителя:
ИОН – источник опорного напряжения; C_x – межэлектродная емкость;
 $C_{оп}$ – опорная емкость; К1–К5 – полупроводниковые ключи

Выходное напряжение $U_{вых}$ определяется по формуле [5]:

$$U_{вых} = N \frac{-U_{вх} C_x}{C_{оп} (1 - e^{-\frac{t}{R_{кл} C_{оп}}})}, \quad (1)$$

где t – период переключений; $R_{кл}$ – сопротивление открытого ключа; N – количество переключений ключа К1–К4 перед сбросом (замыканием ключа К5).

Преимуществом этой схемы является дифференциальное включение датчика, что приводит к нечувствительности преобразователя к паразитным емкостям ключей. Достигается это потому, что одна обкладка подключена к низкоомному входу источника постоянного напряжения, а вторая – к входу ОУ, находящимся под напряжением близким к нулю («виртуальная земля»). Таким образом, все паразитные емкости подключенные к обкладкам конденсаторного датчика постоянно находятся под нулевым потенциалом и не оказывают влияния на выходное напряжение.

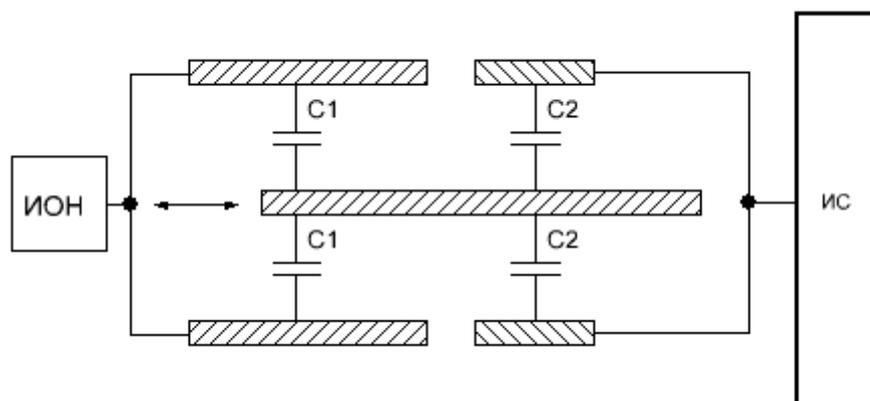


Рис. 3. Вид первичного преобразователя

На рис. 3 представлен вид первичного преобразователя. Он состоит из двух соосных цилиндров и металлического штока. Преимуществом такой конструкции является отсутствие скользящего контакта между измерительной схемой (ИС) и штоком золотника гидрораспределителя. Значительно снижена погрешность от несоосности и перекосов штока ввиду применения цилиндрических электродов. Таким образом, данный датчик является бесконтактным.

Заключение. В ходе проделанной работы была осуществлена разработка бесконтактного емкостного датчика положения золотника гидроаппарата. Разработанное устройство обладает достаточными метрологическими характеристиками и низкой ценой.

Литература

1. Шольц, Д. Гидравлика. Основной курс : учебник / Д. Шольц – Киев : ДП «Фесто», 2002. – 126 с.
2. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
3. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон. – М. : Техносфера, 2007. – 384 с.
4. Ацюковский, В. А. Емкостные дифференциальные датчики перемещения / В. А. Ацюковский. – М. : Госэнергоиздат, 1960. – 104 с.
5. Мулявка, Я. Схемы на операционных усилителях с переключаемыми конденсаторами / Я. Мулявка ; пер. с пол. – М. : Мир, 1992. – 416 с.
6. Гриневич, Ф. Б. Измерительные компенсационно-мостовые устройства с емкостными датчиками / Ф. Б. Гриневич, А. И. Новик – Киев : Наук. думка, 1987. – 112 с.

РАЗВИТИЕ МНОГОМЕРНО-ВРЕМЕННОГО ОПЕРАТОРНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТОВ САУ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА И ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ, ОХВАЧЕННЫХ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

А. А. Толстенков

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

Научный руководитель В. А. Савельев

Большинство систем автоматического управления имеют в своем составе нелинейные элементы, что значительно усложняет их анализ и синтез.

Классический подход к исследованию подобных элементов имеет ряд недочетов. В частности, использование одномерного интегрального преобразования Лапласа, которое приводит к необходимости вычисления интегралов свертки от произведения временных функций [1].

Альтернативой традиционному подходу является использование многомерного интегрального преобразования по Лапласу [3], основы которого были заложены профессором Солодовниковым В. В. [2].

Так, разработанный профессором Луковниковым В. И. [4], [5] многомерно-временной операторный метод (МВОМ) анализа позволяет устранить недостатки традиционных подходов. Научная идея МВОМ заключается в первоначальном переходе от естественной одномерной временной области к искусственной многомерной временной области с независимыми временными переменными, принадлежащими различным сомножителям, и последующем использовании прямого и обратного многомерных преобразований по Лапласу.

Однако использования МВОМ для решения задачи синтеза и идентификации нелинейных систем имеет ряд трудностей, в первую очередь связанные с тем, что системы имеют замкнутую структуру [5].

Для расширения границ применимости метода целесообразно использовать математический аппарат рядов Вольтерра, что, как следует из работ [2], [6], является наиболее рациональным подходом для аналитического синтеза нелинейных элементов системы. Также следует отметить, что данный подход свободен от ряда недостатков, свойственных аппарату дифференциальных уравнений, результаты его применения также могут интерпретироваться в удобных для пользователя терминах и формах (динамические звенья).

Чтобы более наглядно показать конструктивное различие подходов, рассмотрим безынерционный нелинейный элемент охваченный обратной связью (рис. 1).

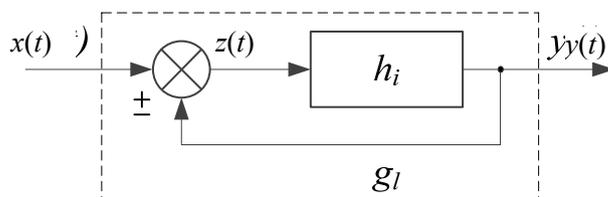


Рис. 1. Структурная схема безынерционного нелинейного многомерного элемента охваченного обратной связью

Пусть передаточная функция пассивного звена h_i ограничена вторым порядком $H_2(s_1; s_2)$.

Тогда, согласно МВОМ (будем записывать сразу в операторной форме):

$$\begin{aligned} Z_2(s_1; s_2) &= X(s_1) \pm Y_2(s_1; s_2); \\ Y_2(s_1; s_2) &= Z_2(s_1; s_2) \cdot H_2(s_1; s_2). \end{aligned} \quad (1)$$

Следовательно, суммарный выходной сигнал всей системы:

$$Y_2(s_1; s_2) = \frac{H_2(s_1; s_2) \cdot X(s_1)}{1 \mp H_2(s_1; s_2)}. \quad (2)$$

Из уравнения (2) получим суммарную многомерно передаточную функцию системы:

$$G_2(s_1; s_2) = \frac{Y_2(s_1; s_2)}{X(s_1)} = \frac{H_2(s_1; s_2)}{1 + H_2(s_1; s_2)}. \quad (3)$$

Теперь применим для этого же соединения математический аппарата рядов Вольтерра.

Прежде всего, запишем соотношения входного и выходного сигнала системы, в виде многомерного функционала Вольтерра степени i во временной области:

$$y(t_1; \dots; t_l) = \int_E g_l(\tau_1; \dots; \tau_l) \prod_{r=1}^l x(t_r - \tau_r) d\nu_{\tau}. \quad (4)$$

Теперь, перейдем к операторной форме записи:

$$Y(s_1; \dots; s_l) = G_l(s_1; \dots; s_l) \prod_{r=1}^l X(s_r), \quad (5)$$

где $Y(s_1; \dots; s_l)^* = y(t_1; \dots; t_l)$ и $G_l(s_1; \dots; s_l)^* = g_l(\tau_1; \dots; \tau_l)$. Причем изображение ядра $g_l(\tau_1; \dots; \tau_l)$ является обычной дробно-рациональной функцией от l переменных с действительными коэффициентами.

Далее, используя оператор перехода к одной переменной в комплексной области [4], из соотношения (5) получим соотношения, подобные уравнениям (1), но в виде ядер Вольтерра:

$$Y_l(s_1; \dots; s_l) = \sum_{j=1}^m \left\{ H_j(s_1; \dots; s_j) \prod_{f=1}^j Z(s_f) \right\}^*; \quad (6)$$

$$Z_l(s_1; \dots; s_l) = X(s_1; \dots; s_l) - Y_l(s_1; \dots; s_l).$$

Выразим $Y(s_1; \dots; s_l)$ из (6), получим уравнение замкнутой системы, записанное относительно сигнала ошибки $Z(s_1; \dots; s_l)$:

$$X(s_1; \dots; s_l) = Z(s_1; \dots; s_l) + H_1(s_1) Z(s_1; \dots; s_l) + \sum_{j=2}^m \left\{ H_j(s_1; \dots; s_j) \prod_{f=1}^j Z(s_f) \right\}^*. \quad (7)$$

Решения уравнения (7) будем искать в виде ряда

$$Z(s_1; \dots; s_l) = \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ K_i(s_1; \dots; s_l) \prod_{r=1}^l X(s_r) \right\}^*. \quad (8)$$

Подставив (8) в (7) получим выражение, соответствующее последовательному соединению этих систем. Тогда изображение первых двух ядер последовательного соединения можно получить, группируя члены одинаковой размерности,

$$G_1(s_1) = K_1(s_1)H_1(s_1);$$

$$G_2(s_1; s_2) = K_1\left(\sum_{r=1}^2 s_r\right) \cdot H_2(s_1; s_2) + K_2(s_1; s_2) \cdot \prod_{r=1}^2 H_1(s_r), \quad (9)$$

то есть первое ядро – одномерное с одномерным, второе – одномерное с двумерным плюс двумерное с одномерным.

В итоге, учитывая, что последовательное соединение (7) и (8) дает систему с единичной передаточной функцией, из (9) получим:

$$\begin{cases} 1 = [1 + H_1(s_1)]K_1(s_1), \\ 0 = \left[1 + H_1\left(\sum_{r=1}^2 s_r\right)\right]K_2(s_1; s_2) + H_2(s_1; s_2) \cdot \prod_{r=1}^2 K_1(s_r). \end{cases} \quad (10)$$

Отсюда ядра по сигналу ошибки:

$$\begin{cases} K_1(s_1) = \frac{1}{1 + H_1(s_1)}, \\ K_2(s_1; s_2) = \frac{-H_2(s_1; s_2)}{\left[1 + H_1\left(\sum_{r=1}^2 s_r\right)\right] \cdot \prod_{r=1}^2 [1 + H_1(s_r)]}. \end{cases} \quad (11)$$

Для изображений ядер этой же системы по выходному сигналу, необходимо учитывать их связь с ядра по сигналу ошибке:

$$\begin{cases} W_1(s_1) = G_1(s_1) = K_1(s_1) \cdot H_1(s_1) = \frac{H_1(s_1)}{1 + H_1(s_1)}, \\ W_i(s_1; \dots; s_i) = G_i(s_1; \dots; s_i) = -K_i(s_1; \dots; s_i), \end{cases} \quad (12)$$

где $i = 2; 3; \dots$

В итоге из уравнения (11) и (12) получим многомерную передаточную функцию в виде суммы ядра Вольтерра соответствующих порядков:

$$G_i(s_1; s_2) = G_1(s_1) + G_2(s_1; s_2). \quad (13)$$

Проанализировав (3), (11) и (13), можно заметить, что использование классического МВОМ при данных начальных условиях не целесообразно, так как полученная с помощью него передаточная функция не обладает свойствами многомерного элемента системы (взаимосвязь переменных), а является лишь искусственной многомерной проекцией одномерной функции в операторном виде. Следовательно, ее дальнейшее использование как элемента системы негативно повлияет на точность конечного результата. Использование же МВОМ в купе с математическим аппаратом рядов Вольтерра позволяет нам сохранить многомерные свойства системы при любых структурных преобразованиях.

Литература

1. Иващенко, Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем / Н. Н. Иващенко. – М. : Машиностроение, 1973. – 607 с.

2. Солодовников, В. В. Анализ и синтез нелинейных систем автоматического регулирования при помощи рядов Вольтерра и ортогональных спектров / В. В. Солодовников, А. Н. Дмитриев, Н. Д. Егупов ; под ред. В. В. Солодовникова. – М. : Машиностроение, 1969. – Кн. 3, Ч. 2 : Техническая кибернетика. – С. 223–254.
3. Смышляева, Л. Г. Преобразование Лапласа функций многих переменных / Л. Г. Смышляева. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1981. – 132 с.
4. Луковников, В. И. Многомерный операторный метод анализа систем с модуляцией / В. И. Луковников // Вест. КГТУ, посвящ. 65-летию проф. Соустина Б. П. – Красноярск : Изд-во КГТУ, 1998. – С. 102–110.
5. Козлов, А. В. Многомерно-временно операторный метод анализа элементов системы автоматического управления с нелинейностями типа «произведения» : дис. ... канд. тех. наук : 681.511.4 / А. В. Козлов. – Гомель, 2007. – 134 с.
6. Пупков, К. А. Основы кибернетики. Математические основы кибернетики / К. А. Пупков. – М. : Высш. шк., 1974. – 416 с.

УСТРОЙСТВО БЕСКОНТАКТНОГО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ

А. В. Сахарук

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

Научные руководители: Э. М. Виноградов, Ю. А. Козусев

Часто бывают случаи, когда необходимо управлять включением питания устройства, но при этом нельзя нарушать герметичность корпуса. И следовательно нельзя выводить электрические провода и контакты.

Для решения данной задачи было разработано устройство бесконтактного дистанционного управления питанием. Оно основано на датчике холла. Структурная схема данного устройства приведена на рис. 1.

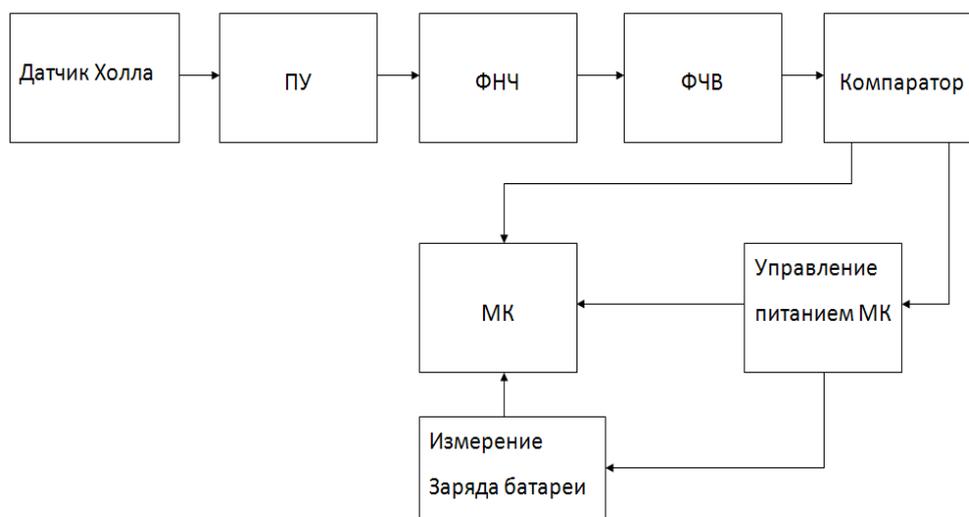


Рис. 1. Структурная схема устройства

Устройство выполняет две функции:

- 1) измерение заряда батареи;
- 2) формирует сигнал включения питания.

Устройство состоит из:

- датчик холла;
- предварительный усилитель (ПУ);
- фильтр низких частот (ФНЧ);
- фазочувствительный выпрямитель (ФЧВ);
- компаратор;
- схема управления питанием микроконтроллера;
- схема измерения заряда батареи.

Алгоритм работы. При приближении постоянного магнита к датчику холла на входе ПУ появляется смещение напряжения. Затем с выхода предварительного усилителя сигнал поступает на ФНЧ. В свою очередь фильтр отсекает помехи, обеспечивая надежность работы схемы. С выхода ФНЧ сигнал поступает на ФЧВ. Выпрямленный сигнал поступает на вход компаратора. опорным напряжением задается чувствительность устройства. Если компаратор сработал, то на МК и схему измерения на 2 с подается питание. При включении МК фиксирует свое питающее напряжение и отсчитывает длительность импульса с выхода компаратора. Если длительность превышает 10 с, то контроллер формирует сигнал для включения питания. Так же каждые 2 с МК формирует импульс, длительность которого пропорциональна заряду батареи.

Данное устройство может работать при постороннем сильном переменном электромагнитном поле, за счет применения ФНЧ и алгоритма программы микроконтроллера.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2.

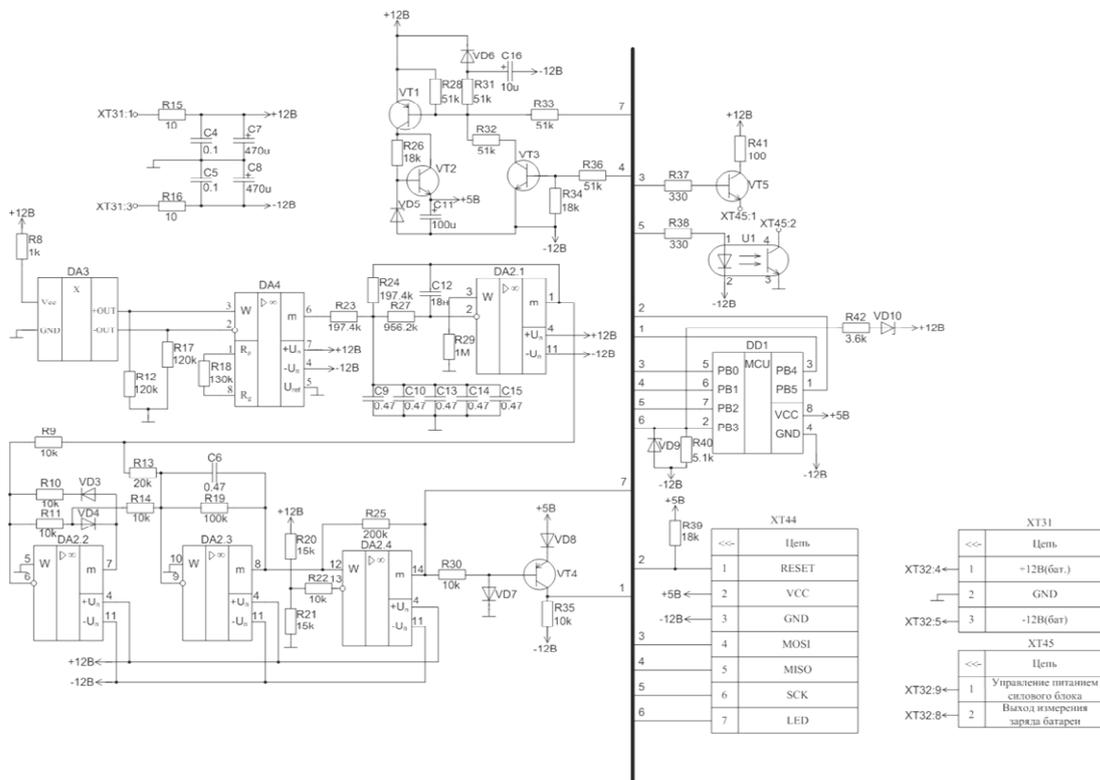


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

Данное устройство нашло свое применение в управляемом внутритрубном герметизаторе [1]–[3]. При его эксплуатации возникает необходимость отключать питание для экономии заряда аккумуляторов. Из-за высокого давления в трубопроводе нет возможности вывести на внешнюю часть корпуса электрические контакты и провода.

Между сборкой устройства и его применением может пройти достаточно много времени, и непрерывная работа разрядит аккумулятора. И, следовательно, уменьшится ресурс работы герметизатора. При этом из-за давления нефти в трубе и правил пожарной безопасности нельзя выводить на внешнюю часть корпуса электрические контакты. Для того чтобы избежать досрочной разрядки аккумуляторов на герметизатор устанавливается устройство бесконтактного дистанционного управления питанием.

Данное устройство располагается в носовой части в антенном модуле (рис. 3).

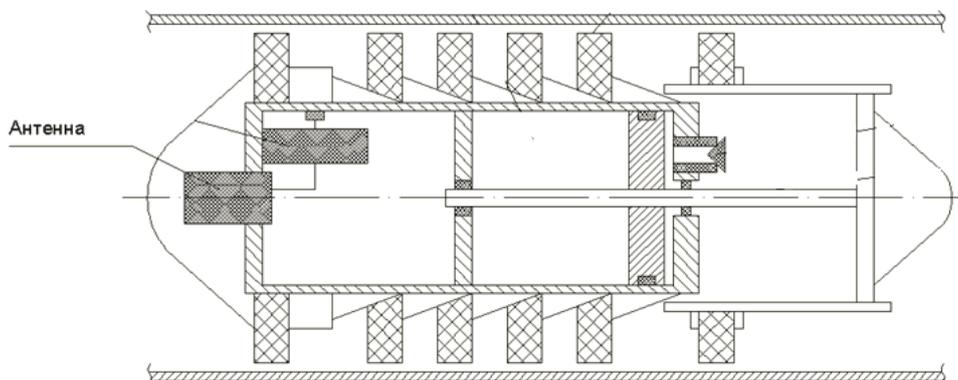


Рис. 3. Чертеж управляемого внутритрубного герметизатора

После помещения герметизатора в приемную камеру, к торцу антенного модуля подносится постоянный магнит. По истечению 10 с устройство дает сигнал на включение импульсного преобразователя. При проведении ремонта, если есть физический доступ к герметизатору можно временно отключить его, для экономии заряда аккумулятора.

Литература

1. The monitoring and control system of the intrapipe sealer / Y. Kryshneu [at all] // ITELMS'2010 : materials of 5th International Conference Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems / Panevezys, Lithuania, 2010. – С. 31–36.
2. Алгоритм работы системы поиска, управления и контроля состояния внутритрубного герметизатора / Ю. В. Крышнев [и др.] // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 28–29 окт. 2010 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого» ; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – С. 132–133.
3. Разработка средств поиска, управления и контроля состояния внутритрубного тампонагерметизатора : отчет по НИР. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2010. – № ГР 20101085.

**УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ КЛАПАНОМ
ВНУТРИТРУБНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА****М. В. Столбов***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Ю. В. Крышнев

Внутритрубные герметизаторы используются для проведения ремонтных работ на нефтепроводах. Принцип действия герметизатора заключается в перемещении его подвижной системы под действием давления нефти вплоть до механической фиксации всего герметизатора за счет трения сдвинувшихся манжет о внутренние стенки трубопровода. Существующий способ запуска процесса герметизации путем повышения давления в трубопроводе с целью разрыва мембраны имеет два основных недостатка.

1. Процесс герметизации сопряжен с управлением режимом насосных агрегатов, что связано с технологическими трудностями и приводит к неточности в итоговом местоположении герметизатора.

2. Создание избыточного давления в трубопроводе является фактором риска с точки зрения целостности конструкции трубопровода в процессе герметизации и надежности его последующей работы в последующем номинальном технологическом режиме.

Для устранения названных недостатков разработан управляемый внутритрубный герметизатор (УВГ), конструкция которого показана на рис. 1, имеющий следующие особенности:

- вместо мембраны использован электромеханический модуль в виде управляемого впускного клапана на основе мотора-редуктора;
- управление отпиранием и запиранием клапана осуществляется оператором путем телеуправления от наземного устройства;
- шток выполняется с гладкой поверхностью, без механического фиксатора конечного положения, что позволяет манжетам сдвигаться не только вперед (при первоначальном отпирании клапана), но и назад, при проталкивании герметизатора по трубопроводу для его извлечения из специальной камеры приема после завершения ремонтных работ.

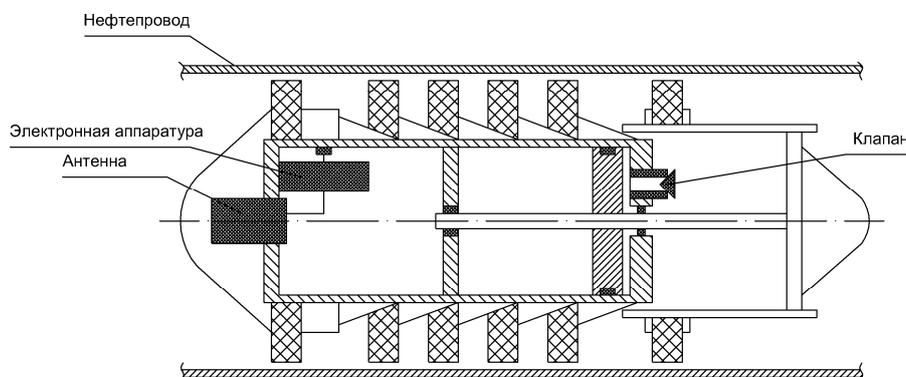


Рис. 1. Конструкция управляемого внутритрубного герметизатора

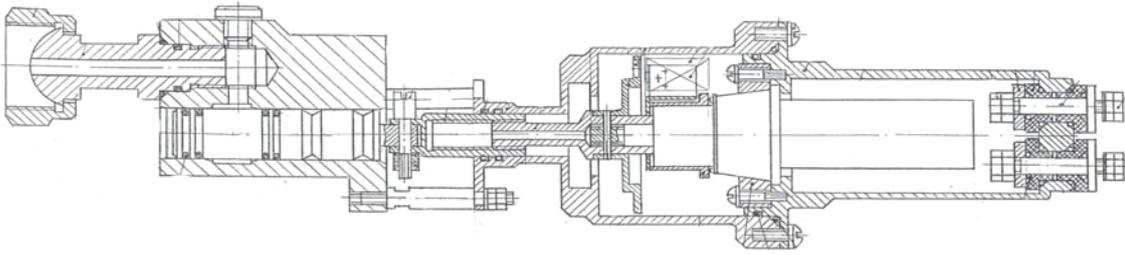


Рис. 2. Конструкция электромеханического модуля (клапана) УВГ

После проверки прочности конструкции и герметичности клапана была проведена серия экспериментов по проверке работоспособности электромеханического модуля в условиях внешнего давления. При этом значение давления в испытательной камере изменялось в диапазоне 1,0–7,0 МПа с шагом 0,5 МПа, с проверкой полного рабочего цикла клапана на каждом промежуточном шаге. В качестве примера на рис. 3 приведены осциллограммы тока потребления от силового электронного модуля УВГ при внешнем давлении 1,5 МПа. Из рис. 3 видно, что движение золотника при управлении от силового электронного модуля УВГ произошло до крайнего положения, соответствующего полному отпиранию клапана, а затем в обратном направлении – до крайнего положения, соответствующего полному запираению клапана. При этом индукционный датчик, обеспечивающий реализацию алгоритма обратной связи по положению золотника в электромеханическом модуле, формирует по 18 импульсов при движении золотника в прямом и обратном направлении, что соответствует полному рабочему циклу клапана.

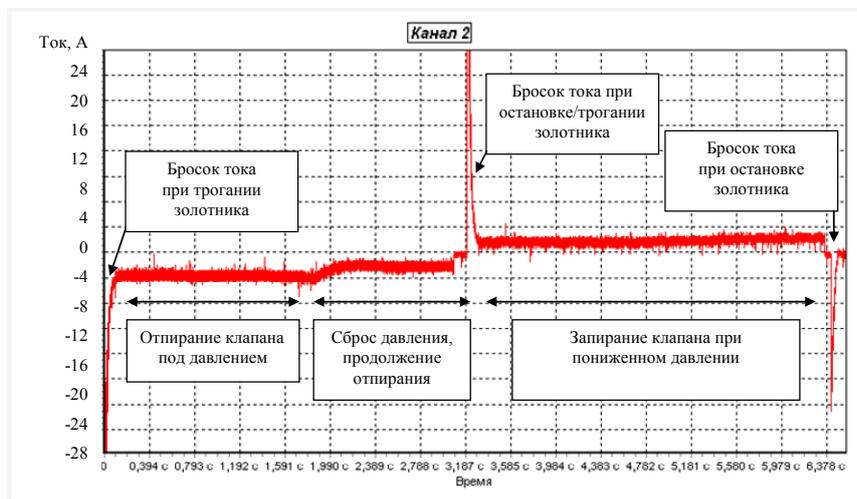


Рис. 3. Осциллограмма тока потребления от силового электронного модуля УВГ

Проверка работоспособности электромеханического модуля произведена в режиме полного рабочего цикла, как без выдержек времени, так и с выдержками времени в диапазоне от 3 до 15 мин. Для сравнения на рис. 4 приведены осциллограммы токов потребления от силового электронного модуля УВГ при внешнем давлении 1,5 МПа (рис. 4, а) и при внешнем давлении 6,5 МПа (рис. 4, б). Установлено, что в диапазоне внешних давлений до 6,0 МПа электромеханический модуль УВГ работает без сбоев

независимо от величины выдержки времени. При давлении 6,5 МПа электромеханический модуль работает неустойчиво, а при давлении 7,0 МПа – отказывает в работе по причине высокого момента сопротивления на валу и высокого уровня помех в измерительно-управляющем канале.

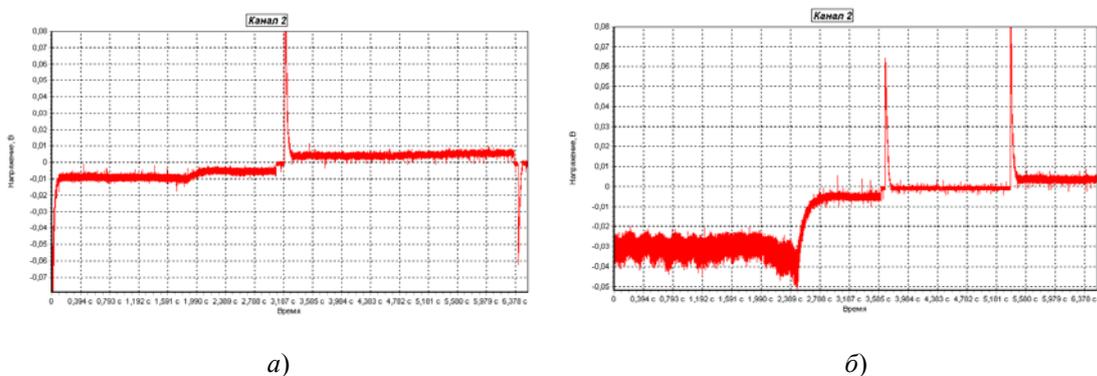


Рис. 4. Осциллограмма тока потребления от силового электронного модуля УВГ:
а – при внешнем давлении 1,5 МПа; б – при внешнем давлении 6,5 МПа

На рис. 5 показана установленная экспериментально зависимость среднего тока потребления на участке отпирания клапана от внешнего давления под внешним давлением. Установлено, что в режиме отпирания клапана под внешним давлением максимальный потребляемый ток составляет около 21,8 А, а средний длительно потребляемый ток – 12,4 А (оба значения – при внешнем давлении 6,5 МПа).

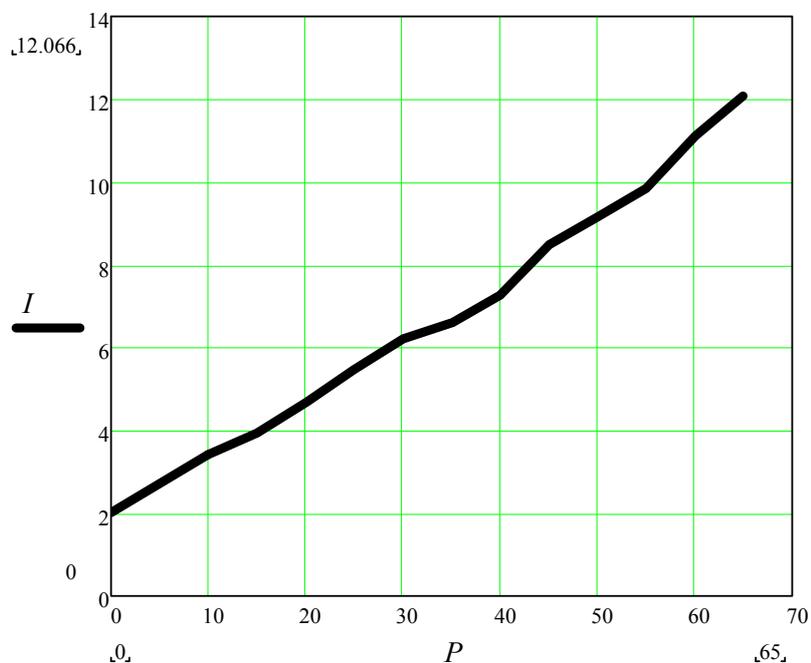


Рис. 5. Экспериментальная зависимость среднего тока потребления на участке отпирания клапана от внешнего давления

По результатам анализа осциллограмм и режимов проведения испытаний установлено, что электромеханический модуль УВГ удовлетворяет техническим требованиям.

Л и т е р а т у р а

1. The monitoring and control system of the intrapipe sealer / Y. Kryshneu [at all] // ITELMS'2010 : materials of 5th International Conference Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems / Panevezys, Lithuania, 2010. – С. 31–36.
2. Разработка измерителя перемещения штока герметизатора и средств передачи управляющей и измерительной информации с использованием радиоканала : отчет о НИР / Гомел. гос. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2009. – № ГР 20091907.
3. Разработка средств поиска, управления и контроля состояния внутритрубного тампонагерметизатора : отчет о НИР / Гомел. гос. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2009. – № ГР 20101085.

КОНСТРУКЦИЯ ФЕРРОЗОНДА ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Д. П. Михалевич

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

Научные руководители: Ю. А. Козусев, Э. М. Виноградов

Современные датчики для бесконтактного измерения тока представляют собой магнитоэлектронные устройства, принцип действия которых основан на измерении магнитной индукции, создаваемой проходящим током и регистрируемый преобразователем магнитного поля (ПМП). Наибольшее распространение для указанных целей получили три типа ПМП: феррозонды и магниторезисторы – для регистрации малых токов (до 0,5 А) и элементы Холла – для измерения больших токов (до 1000 А и более) [1].

Использование современных высокочувствительных ПМП позволяет реализовать их главное преимущество: датчики на их основе способны измерять без разрыва цепи как постоянный, так и переменный ток, гарантируя гальваническую развязку источника сигнала и измерительного прибора. Наиболее перспективные типы датчиков ПМП и их характеристики представлены в таблице [1].

Феррозонд – устройство, чувствительное к внешним постоянным и медленно меняющимся магнитным полям, содержащее ферромагнитные сердечники и обмотки, распределенные по их длине. Происходящие в феррозонде процессы связаны с существованием внешнего измеряемого поля и некоторого вспомогательного поля, образуемого за счет тока в одной из обмоток. Взаимодействие этих полей в объеме сердечников, изготавливаемых из легко насыщающихся магнитных материалов, приводит к появлению в измерительной обмотке ЭДС, по величине которой и судят о напряженности внешнего поля и создающего это поле измеряемого тока.

Феррозонды отличаются друг от друга по режиму работы, по способу наложения вспомогательного поля, а также по конструктивному исполнению [2].

В первом режиме работы по цепи возбуждения феррозонда протекает слабый переменный и достаточно сильный постоянный ток. Переменный ток образует поле H_1 , которое настолько мало, что почти не оказывает влияния на величину дифференциальной проницаемости сердечников μ_d^* . Напротив, постоянный ток создает поле H_2 , которое изменяет величину μ_d^* . Обычно поле H_2 выбирается таким, чтобы рабочие точки сердечников оказались на участках наибольшей крутизны функции $\mu_d^*(H)$ (рис. 1).

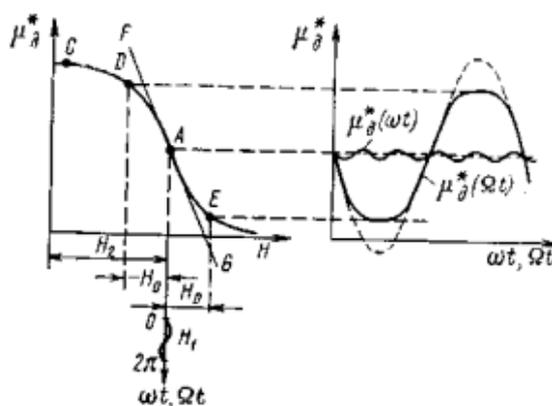


Рис. 1. Зависимости $\mu_d^*(H)$ и $\mu_d^*(\omega t)$ в первом режиме работы феррозонда

На рис. 1 рабочей точкой является точка А. Измеряемое поле H_0 , алгебраически суммируясь с H_2 , перемещает рабочую точку на участке DE и уменьшает дифференциальную проницаемость в одном из сердечников и увеличивает ее в другом. Из-за различия проницаемостей сердечников баланс индукций нарушается, что приводит к появлению во вторичной обмотке феррозонда ЭДС, пропорциональной величине разбаланса, а следовательно, и величине измеряемого поля.

Сравнительные характеристики преобразователей магнитного поля

| Тип датчика | Магнитная чувствительность, В/Тл | Удельная магнитная чувствительность, В/Тл · А | Диапазон рабочих частот, Гц | Макс. рассеиваемая мощность при температуре 20 °С, мВт | Диапазон рабочих температур, °С | Комментарий |
|--------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|---------------------------------|---|
| Полевой элемент Холла | от 0,01 до 1,1 | от 50 до 10^4 порог чувствительности менее 0,001 мТл | от 0 до 10^6 | 20 | от -269 до +185 | Преобразователь типа «магнитный поток – ЭДС» Высокая удельная магнитная чувствительность и разрешающая способность. Широкий диапазон рабочих температур. Значительная величина остаточного напряжения и его нестабильность |
| Тонкопленочный магниторезистор | от 3,0 до 500 | от $9 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^4$ порог чувствительности и менее 0,001 мТл | от 0 до 10^7 | от 5 до 10 | от -45 до +150 | Преобразователь типа «магнитный поток – сопротивление». Высокая магнитная чувствительность в слабых магнитных полях. Высокая разрешающая способность. Широкий диапазон рабочих температур. Малый ток потребления |

Окончание

| Тип датчика | Магнитная чувствительность, В/Тл | Удельная магнитная чувствительность, В/Тл · А | Диапазон рабочих частот, Гц | Макс. рассеиваемая мощность при температуре 20 °С, мВт | Диапазон рабочих температур, °С | Комментарий |
|-------------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|--|---------------------------------|---|
| Многоколлекторный магнитотранзистор | до 100 | от 10^3 до 10^5 порог чувствительности менее 1 мТл | от $3 \cdot 10^3$ до $10 \cdot 10^3$ | Н/Д | от -60 до +125 | Преобразователь типа «магнитный поток – ток» Высокая магнитная чувствительность. Значительное напряжение разбаланса и его нестабильность |
| Магнитоиндуктивный преобразователь | от 1 до 10 | порог чувствительности от 0,001 до 0,1 мТл | от 0 до 10^6 | до 1,0 | от -20 до +70 | Преобразователь типа «магнитный поток – индуктивность» или «магнитный поток – частота». Очень высокая магнитная чувствительность. Малый ток потребления. Ограниченный диапазон рабочих температур |
| Феррозонд | ~10 | порог чувствительности от 0,00005 до 1 мТл | от 0 до 10^4 | до 100 | от -40 до +85 | Преобразователь типа «магнитный поток – индуктивность». Очень высокая удельная магнитная чувствительность. Сравнительно малый ток потребления. Ограниченный диапазон рабочих температур |

Во втором режиме по цепи возбуждения феррозонда протекает только переменный ток. Амплитуда этого тока такова, что создаваемое им поле $H_1 = H_m \cdot \sin(\omega t)$ периодически доводит сердечники до состояния магнитного насыщения. Измеряемое поле H_0 настолько мало, что его наличие существенно не меняет общей картины перемагничивания сердечников. Сущность работы феррозонда в этом режиме ясна из рис. 2. Если $H_m > H_s$, где H_s – поле насыщения сердечников, то величина μ_d^* периодически изменяется от максимального (при $H_1 = 0$) до минимального (при $H_1 = H_m$) значений.

Эти изменения происходят с удвоенной частотой, так как $\mu_d^*(H) = \mu_d^*(-H)$, и вызывают появление во вторичной обмотке феррозонда ЭДС $e(H_0)$ удвоенной частоты.

Второй режим имеет ряд преимуществ по сравнению с первым. Основное преимущество – четногармонический спектр сигнала, который позволяет улучшить соотношение сигнал/помеха, так как помеха, обусловленная разбалансировкой феррозонда, характеризуется во втором режиме нечетногармоническим спектром ЭДС. Другим преимуществом данного режима является обеспечение устойчивости нуля феррозондов.

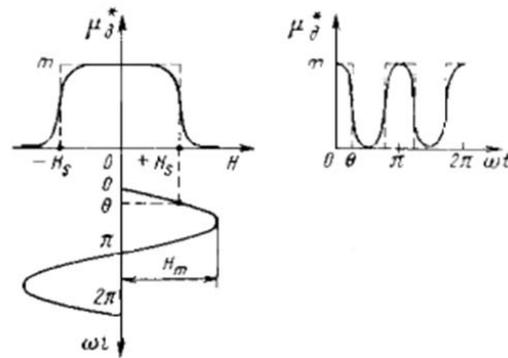


Рис. 2. Зависимости $\mu_d^*(H)$ и $\mu_d^*(\omega t)$ во втором режиме работы феррозонда

Независимо от выбранного режима работы феррозонды могут быть разделены по способу наложения вспомогательного переменного поля на феррозонды с продольным и поперечным возбуждением [2].

Феррозонд с продольным возбуждением (рис. 3, а) чаще всего выполняется в виде двух ферромагнитных сердечников с распределенными по их длине первичными и общей вторичной обмотками.

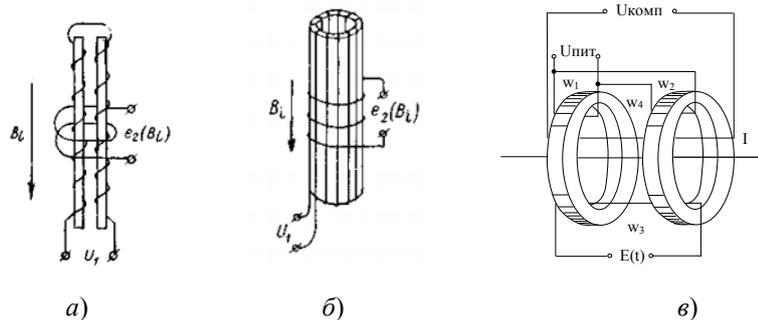


Рис. 3. Феррозонд:
а – с продольным возбуждением; б – с поперечным; в – разработанный

В феррозонде с поперечным возбуждением в качестве сердечника использована пермаллоевая трубка, по которой протекает переменный ток, создающий циркулярное магнитное поле, периодически намагничивающее трубку.

В результате исследования была выбрана схема феррозонда с продольным возбуждением (рис. 3, в) [3]. Феррозонд выполнен на двух кольцевых сердечниках из феррита. Питающее напряжение подключено к первичным обмоткам ($w_1 = w_2$) и создает магнитные потоки. Компенсационная обмотка (w_4) предназначена для компенсации магнитного поля измеряемого тока. Четные гармоники наведенной в измерительной обмотке ЭДС суммируются, формируя сигнал $E(t)$, пропорциональный измеряемому току.

Литература

1. Бараночников, М. Л. Микромагнитоэлектроника / М. Л. Бараночников. – М. : ДМК Пресс, 2001. – 544 с. – Т. 1.
2. Афанасьев, Ю. В. Феррозонды / Ю. В. Афанасьев. – Л. : Энергия, 1969. – 167 с.
3. Разин, Г. И. Бесконтактное измерение электрических токов / Г. И. Разин. – М. : Атомиздат, 1974. – 156 с.

СИНТЕЗ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ЦЕПЕЙ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

В. М. Лукашов

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

Научные руководители: С. Н. Кухаренко, Ю. В. Крышнев

В настоящее время существует значительное количество устройств преобразовательной техники и силовой электроники, работа которых не всегда является надежной и энергоэффективной. Исследования переходных процессов, протекающих в звеньях этих устройств, и применение разработанной методики позволят определить параметры звеньев и провести дальнейший синтез корректирующих цепей. Целью исследований является улучшение качества работы данных устройств.

Определение параметров схем замещения производится для элементов устройств, работающих в ключевом режиме (транзисторы, диоды). Расчет параметров компонентов производится для схемы замещения колебательного процесса, представленной на рис. 1.

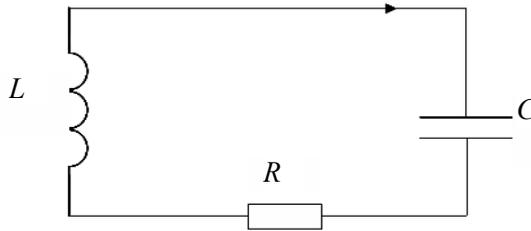


Рис. 1. Последовательный RLC-контур

Метод заключается в расчете параметров двух колебательных процессов: исходного и колебательного процесса, полученного после параллельного включения исследуемому элементу дополнительной емкости (порядка сотен пФ).

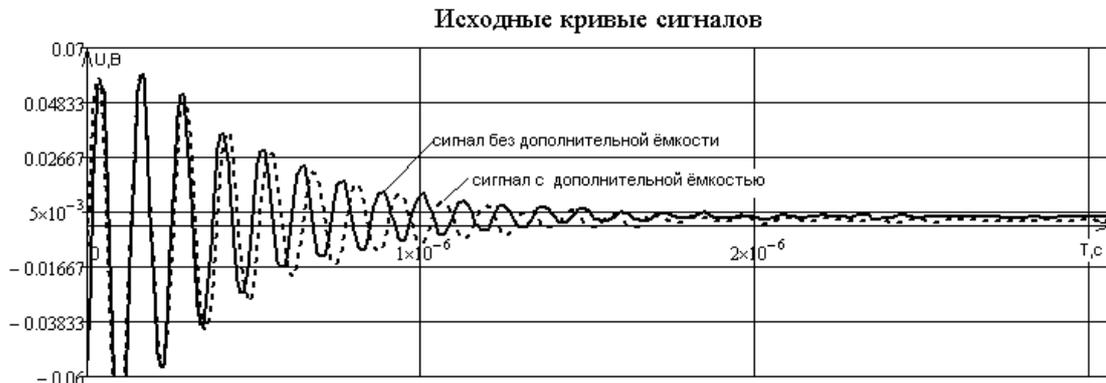


Рис. 2. Исследуемые сигналы

После вычисления периода, амплитуды, частоты, фазы, затухания колебательного процесса определяются параметры схемы замещения рассматриваемого звена: R – активное сопротивление; L – индуктивность; C – емкость; ρ – волновое сопротивление.

Корректирующая цепочка представляет собой, включаемое параллельно исследуемому элементу RC -звено.

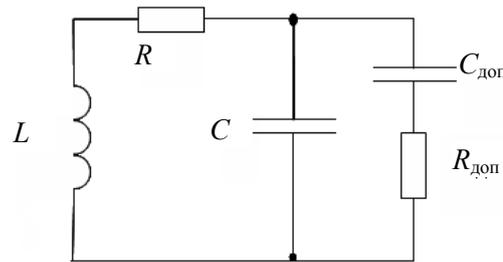


Рис. 3. Схема замещения с внесенным RC -звеном.

Рассчитывается характеристическое уравнение для данного контура, вводится коэффициент Вышнеградского [2], рассчитываются необходимые коэффициенты и параметры.

Для определения значений элементов демпфирующей цепи необходимо ввести критерий, характеризующий отношение энергетических потерь в исходном процессе $U_{исх}(t)$ и в скорректированном $U_{кор}(t)$. Соответственно, чем больше это отношение, тем качественнее переходной процесс. Наиболее точно колебательность процесса отразит средневыпрямленное напряжение. Средневыпрямленное значение есть среднее значение модуля напряжения. Так как колебательный процесс затухающий, то целесообразно рассчитать средневыпрямленное напряжение на промежутке времени, равном 1000 периодам T . Средневыпрямленное напряжение можно отождествлять с энергетическими потерями процесса. Вводимый критерий Δ будет представлять отношение средневыпрямленного напряжения исходного переходного процесса к средневыпрямленному напряжению скорректированного процесса:

$$\Delta = \frac{\int_0^{1000T} |U_{исх}(t)| dt}{1000T} \bigg/ \frac{\int_0^{1000T} |U_{кор}(t)| dt}{1000T}. \quad (1)$$

В среде Mathcad разработан программный фрагмент, который исходя из учета данного критерия, перебирает варианты корректировки процесса и выбирает тот, где значение данного критерия максимально. Алгоритм выводит значение коэффициента Вышнеградского, значение критерия и параметров элементов демпфирующей цепи для лучшего варианта корректировки исходного процесса.

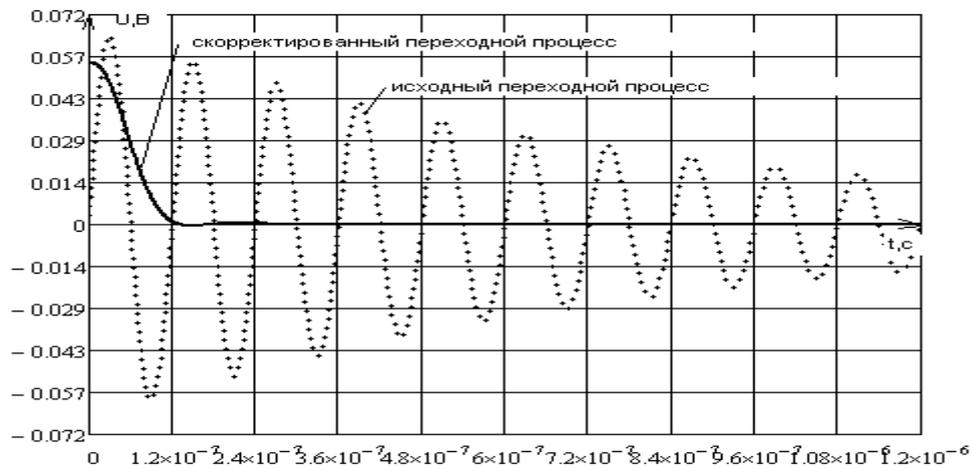


Рис. 4. Корректировка процесса ($R_{\text{доп}} = 6,3 \text{ Ом}$; $C_{\text{доп}} = 9,4 \text{ мкФ}$)

Для удобства расчетов и простоты использования была написана программа для определения параметров звеньев по характеру переходных процессов, происходящих в них. Начальными данными являются значения амплитуд и времени двух максимумов переходных процессов исследуемого элемента: без дополнительной емкости и с дополнительной емкостью. Значение дополнительной емкости также заносится в программу. Программа позволяет производить синтез демпфирующей цепи. В программу вводится коэффициент Вышнеградского и постоянное напряжение на исследуемом элементе. Вычисление необходимых параметров производится нажатием на кнопку «Расчет». Программа может сохранять данные в файл в зашифрованном виде в формате .irs. Данный файл может быть открыт только этой программой.

Идентификация параметров

Значение дополнительной емкости: Ф

Коэффициент Вышнеградского:

Переходной процесс цепи без дополнительной ёмкости: первый максимум T1= с, второй максимум T2= с, U1= В, U2= В

Переходной процесс цепи с дополнительной ёмкостью: первый максимум T1= с, второй максимум T2= с, U1= В, U2= В

Параметры переходных процессов

Период колебаний: Период колебаний: Коэффициенты характеристического уравнения: A0= A1= A2=

Затухание процесса: Затухание процесса:

Константа D: Константа D:

Частота колебания: Частота колебания:

Частота с учётом затухания: Частота с учётом затухания:

Параметры последовательной схемы замещения

Эквивалентная последовательная индуктивность: Гн

Эквивалентная последовательная ёмкость: ф

Последовательное эквивалентное сопротивление: Ом

Волновое сопротивление: Ом

Синтез демпфирующей цепочки

Добавочный резистор: Ом

Добавочная ёмкость: ф

Напряжение на исследуемом элементе: В

Ток в добавочном резисторе: А

Необходимая мощность добавочного резистора: Вт

Расчёт

Рис. 5. Внешний вид программы идентификации параметров

Полученные результаты исследований:

- улучшенная методика поиска параметров [1] позволяет производить идентификацию, как с файла отсчетов, так и с вручную введенных координат максимумов;
- разработан алгоритм поиска наилучшего варианта корректировки переходного процесса и синтеза демпфирующей цепи;
- для удобства использования методики написана программа идентификации параметров.

Литература

1. Лукашов, В. М. Идентификация параметров колебательного звена и последующий синтез элементов демпфирующей цепи / В. М. Лукашов // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / М-во образования Респ. Беларусь, Гомель. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2010. – С. 217–220.
2. Яворский, В. Н. Проектирование нелинейных следящих систем с тиристорным управлением исполнительным двигателем / В. Н. Яворский, В. И. Макшанов, В. П. Ермолин. – Л. : Энергия, 1978 г. – 208 с.

ИМПУЛЬСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР АНОДНОГО ТОКА ДЛЯ СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

А. В. Мельников

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

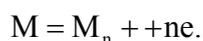
Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Л. А. Захаренко

Большинство материалов, из которых изготовлены конструкции, включая металлы, постепенно деградируют в результате воздействия природных или техногенных факторов. В результате таких процессов конструкции выходят из строя.

Средства повышения коррозионной устойчивости основаны на совершенствовании металлических материалов (создание коррозионностойкой стали и др.), разработка средств химзащиты материалов (покрытия, ингибиторы), совершенствовании условий эксплуатации конструкций (деаэрация и др.). Назначение этих технологий – повышение надежности эксплуатации объектов техники за счет уменьшения коррозионных потерь.

Коррозию определяют также как процесс разрушения металлических конструкций, различных объектов техники в результате физико-химического взаимодействия с внешней средой.

Большая часть коррозионных процессов происходят по электрохимическому механизму. Это означает, что разрушение металла происходит в результате анодной электрохимической реакции. Причиной возникновения такой реакции является катодный процесс на поверхности металла. Обычно участниками катодных реакций являются кислород воздуха или ион водорода в кислых растворах, молекула воды в нейтральном растворе. Эти вещества по вышеупомянутой схеме катодного процесса принимают электроны, которые генерируются в анодной реакции:

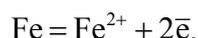


Именно эта реакция и выражает сущность процесса деградации конструкционного материала.

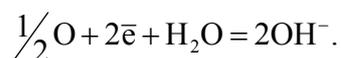
Коррозия наружной поверхности подземных трубопроводов имеет электрохимическую природу, протекает на границе двух фаз – металла и водной фазы и сопровождается протеканием через эту границу электрического тока.

Электрохимический механизм растворения (коррозии) металла является результатом одновременного протекания двух сопряженных реакций – анодной и катодной.

Анодная реакция представляет собой ионизацию атомов металла за счет потери ими отрицательно заряженных электронов и сопровождается переходом металла в раствор в виде гидратированных ионов с последующим образованием малорастворимых продуктов коррозии:



Катодная реакция представляет собой ассимиляцию отрицательно заряженных электронов, освободившихся в результате анодной реакции, каким-либо деполяризатором, содержащимся в водной среде. В роли такого деполяризатора чаще всего выступает кислород:



Участки анодных и катодных реакций на поверхности металла пространственно разделены, но для протекания коррозионного процесса необходим переток электронов в металле от анода к катоду. Материальный эффект коррозионного разрушения металла проявляется на аноде.

На скорость коррозии оказывают влияние множество различных факторов: pH-среды, химический состав металла и водной среды, температура металла и среды и т. д. Классическая зависимость скорости коррозии (реакции ионизации растворения металла) от его потенциала (рис. 1) описывает главные области растворения (коррозии) металла по различным механизмам: *AB* – активная область коррозии, *BC* – переходная область, *CD* – пассивная область, *DE* – область нарушения состояния пассивности. Под влиянием различных факторов (природы металла, состава электролита, температуры), параметры этой зависимости могут изменяться. Так, с увеличением концентрации хлора (хлорид-ионов) в водном растворе и связанным с этим уменьшением щелочности (показатель pH) может исчезнуть пассивная область *CD*.

Защита от коррозии необходима, когда скорость ионизации (растворения) металла превышает допустимое для данной системы значение $i_{\text{доп}}$. Если потенциал коррозии металла подземного трубопровода находится в активной зоне $\varphi_{\text{кор}}(1)$ и коррозия протекает с кислородной деполяризацией, можно уменьшить скорость коррозии до приемлемого значения $I < i_{\text{доп}}$, сместив потенциал к более отрицательному значению в активной области, например к $\varphi_{\text{кор}}(3)$.

Катодная защита широко используется для уменьшения коррозии подземных и подводных трубопроводов и стальных опор высоковольтных передач, нефтяных платформ и причалов.

Существующие правила катодной защиты предполагают групповое включение анодов к одному защищаемому объекту. Причем, защитные токи в каждом из анодов должны устанавливаться индивидуально и корректироваться в процессе эксплуатации.

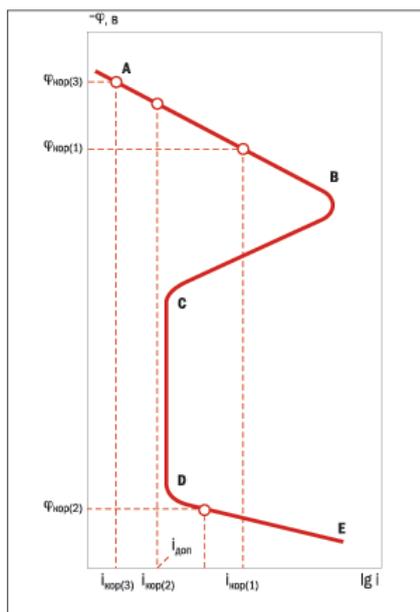


Рис. 1. Зависимость скорости реакции ионизации металла от потенциала

В настоящее время в системе электрохимзащиты подземных трубопроводов для распределения токов между несколькими анодами используются блоки диодно-резисторные (БДР). Фактически БДР представляет собой набор мощных резисторов различного сопротивления, а задание токов выполняется подбором резисторов.

Недостатки существующих систем (с использованием БДР):

- 1) процесс регулировки усложняется по причине взаимного влияния параллельно включенных анодов;
- 2) на регулирующем элементе выделяется большая тепловая мощность, что снижает надежность;
- 3) дестабилизирующие факторы, к которым можно отнести изменение сопротивления грунта и износ анодов, изменяют значение тока, что негативно сказывается на условиях защиты;
- 4) настройка системы требует больших затрат времени.

Для улучшения эксплуатационных характеристик СКЗ, специалистами УО «ГГТУ им. П. О. Сухого» выполнена разработка метода и средств стабилизации анодного тока. Отличительными особенностями данного стабилизатора являются бесконтактное измерение тока в цепи анода и наличие цифрового автоматического регулятора, осуществляющего поддержание заданного тока.

В качестве управляющего контроллера выбран 16-ти разрядный контроллер PIC24FJ32GA102 фирмы Microchip, его отличительной особенностью является наличие пяти индивидуально настраиваемых генераторов цифровых сигналов, три из которых используются для формирования сигналов управления ключами.

Микроконтроллер обеспечивает:

1. Стабилизацию анодного тока в каждом из трех каналов независимо друг от друга.
2. Интерфейс с пользователем посредством клавиатуры и дисплея.
3. Сохранение заданных токов в энергонезависимой памяти микроконтроллера.
4. Диагностику подключения входного напряжения и анодов к соответствующему каналу.

В результате работы:

- разработан метод стабилизации анодного тока для формирования потенциалов электрохимической защиты подземных магистральных нефтепроводов;
- разработан и используется на ОАО «Гомельтранснефть Дружба» многоканальный стабилизатор-делитель анодного тока для станции катодной защиты;
- проведены лабораторные и натурные испытания многоканального стабилизатора-делителя анодного тока, результаты которых подтверждают его работоспособность и возможность дальнейшего применения для задания и автоматического поддержания индивидуальных значений токов для каждого анода.

В перспективе разработка может быть использована на подземных нефте- и газопроводах с произвольным количеством защищаемых трубопроводов.

Литература

1. Методы контроля и измерений при защите подземных сооружений от коррозии / Н. П. Глазов [и др.]. – М. : Недра, 1978. – 215 с.
2. Защита трубопроводов от коррозии : в 2 т. / Ф. М. Мустафин [и др.]. – СПб. : Недра. – 2007. – Т. 2.
3. Чети, П. Проектирование ключевых источников электропитания / П. Чети. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 240 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ДАТЧИКА УСКОРЕНИЯ

А. В. Карпов, В. А. Хананов

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

Научные руководители: А. В. Ковалев, В. А. Карпов

Для уплотнения дорожно-строительных материалов при строительстве дорог и различных площадок преимущественно используют дорожные катки.

Современные дорожные катки с гидравлической системой управления для автоматической настройки на оптимальный режим работы оснащаются электронной системой с микропроцессорной техникой. Применение бортового контроллера позволяет, в зависимости от требуемой плотности и толщины укатываемого слоя, выбирать и автоматически поддерживать постоянную скорость передвижения катка, а ее изменение производить плавно, равномерно и качественно уплотняя материал. Автоматизация управления рабочим процессом дорожных катков позволяет оптимизировать этот процесс с учетом физико-механических свойств уплотняемого материала и ведет к повышению производительности и качеству выполняемых работ, снижению времени уплотнения и расхода топлива, а также улучшает условия работы машиниста [1].

Контроль качества уплотняемых дорожно-строительных материалов делится на контроль прочности, плотности, влажности и толщины покрытия. Эти виды контроля осуществляются различными методами, к которым относятся механический, электронно-механический, электромагнитный, низкочастотный, СВЧ-метод (сверхвысокие частоты), ультразвуковой и радиоизотопный [2].

Механический метод или метод отбора проб уплотненного материала сопряжен с необходимостью разрушения дорожного покрытия и с дальнейшим исследованием их в лабораторных условиях. В связи с ограниченным количеством отобранных проб полученные данные не будут отличаться достаточной достоверностью и не смогут

(по истечении затрат времени, требуемых на исследование) повлиять на качество уплотнения уже готовых покрытий. При этом в некоторых случаях, например на покрытиях автомобильных мостов и эстакад, такой отбор проб может привести и к нарушению прочности несущих конструкций.

Электромагнитный, низко- и высокочастотные методы контроля зависят от внешних источников энергии и по своей сложности не всегда удовлетворяют специфическим требованиям, предъявляемым дорожным строительством к таким приборам.

Ультразвуковой метод для работы с дорожно-строительными материалами также не вполне эффективен. Это объясняется тем, что в средах, обладающих вязкостью, происходит потеря энергии при распространении ультразвуковых волн. При этом величина поглощения их в грунте и асфальтобетоне довольно значительна. Одновременно к недостаткам следует отнести возможность работы приборов при температуре окружающего воздуха в незначительном диапазоне (от -5 до $+35$ °С).

В практике известны и другие методы непрерывного контроля дорожно-строительных материалов при послойном их уплотнении машинами динамического воздействия. Одним из устройств, устанавливаемых на катках, является динамический индикатор для автоматического контроля качества уплотнения в процессе трамбования или вибрирования [1].

В катках с вибровозбудителем на вибровальце устанавливается специальный датчик. В процессе работы катка на уплотняемой площадке приборы по показаниям вибродатчиков регистрируют изменяемые физические и динамические свойства уплотняемого материала. При повышении плотности и одновременном увеличении модуля упругости земляного полотна на приборе фиксируются возрастающие показания. В случае устройства полотна из грунта с различными модулями упругости определяется результирующий динамический модуль упругости и регистрируется относительная величина несущей способности основания [2].

В данной работе представлена разработка такого вибродатчика. Структурная схема датчика представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема структурная датчика

В качестве чувствительного элемента выбран емкостной акселерометр. Входной фильтр выделяет рабочую полосу частот 40 Гц. Масштабирующий усилитель обеспечивает требуемый размах сигнала. Выпрямитель выделяет из сигнала полезную составляющую (моменты движения вала вниз и удары о грунт) и отсекает бесполезную (момент движения вала вверх). Окончательная фильтрация сигнала происходит в выходном фильтре.

Схема электрическая принципиальная преобразователя представлена на рис. 2. В схеме присутствует дополнительный модуль «виртуальной земли» задающий смещение средней точки, что необходимо при работе от однополярного источника напряжения.

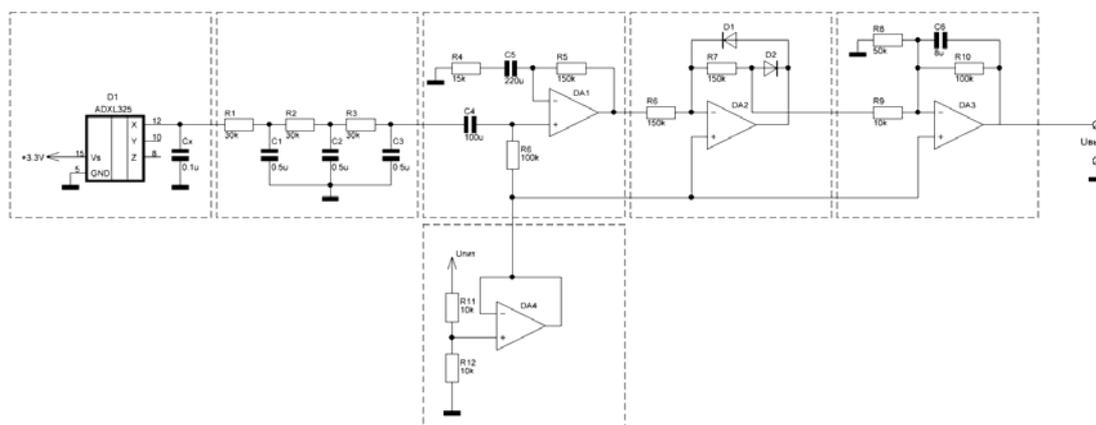


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная преобразователя

Испытания проводились на катке дорожном ДС-31. Выделенный участок дорожного покрытия проходил четыре раза (два раза вперед и два раза назад). Примерно через равные расстояния (5,4 м) снимались показания о степени уплотнения. График степени уплотнения в зависимости от пройденного расстояния и числа проходов представлен на рис. 4.

На рис. 3 представлены выходные напряжения емкостного акселерометра и преобразователя. Частота вибрации катка по показанию датчика находилась на уровне 27–28 Гц.

Из графика, представленного на рис. 4, следует что система реагирует на степень уплотнения покрытия. Чем больше уплотнялось покрытие, тем выше показание системы.

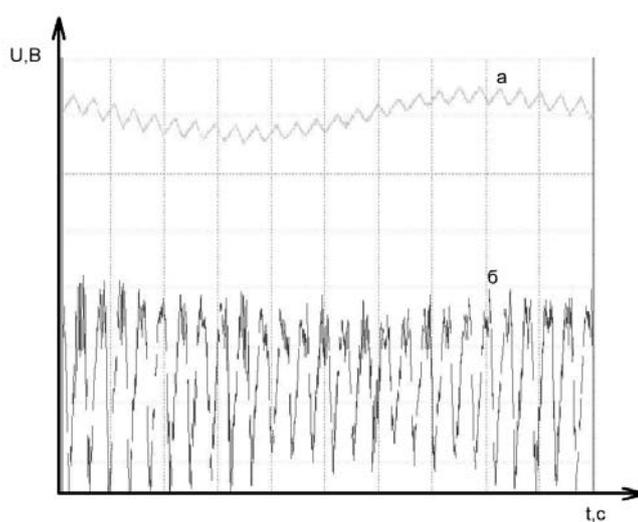


Рис. 3. Осциллограммы выходных напряжений:
а – с выхода преобразователя; б – с выхода акселерометра

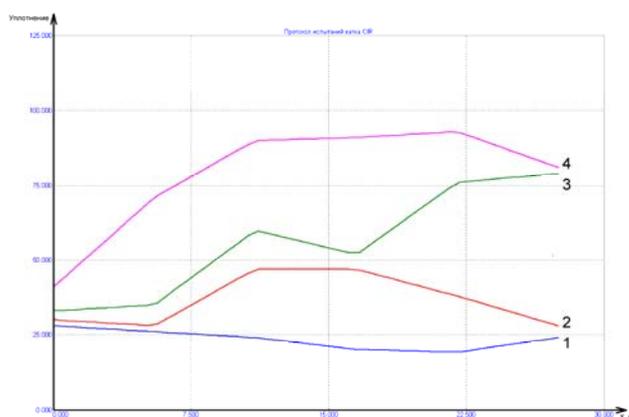


Рис. 4. Диаграмма, иллюстрирующая результаты эксперимента

Однако для получения сопоставимых результатов следует оттарировать датчик плотности системы путем сравнения его показаний со стандартным способом измерения плотности (взятия проб и их анализа в лабораторных условиях).

Л и т е р а т у р а

1. Уплотнение и укладка дорожных материалов. Теория и практика. – СПб. : Тест принт, 1995. – 195 с.
2. Вибрации в технике : справочник : в 6 т. / ред. совет : В. Н. Челомей (пред.). – М. : Машиностроение, 1981. – Т. 4 : Вибрационные процессы и машины / под ред. Э. Э. Лавендела. – 1981. – 509 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗОНАТОРНО-ЩЕЛЕВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ АНТЕННЫ РЛС САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Д. В. Барауля, А. А. Кутень

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

Научный руководитель Н. И. Вяхирев

Представлены результаты разработки модели антенной решетки из резонаторно-щелевых излучателей (рис. 1).

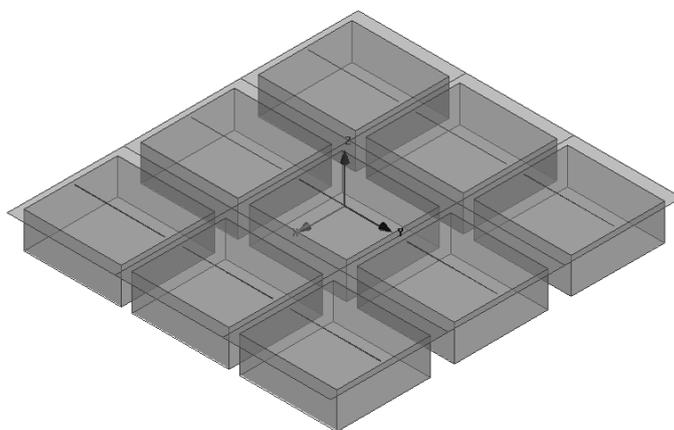


Рис. 1. Антенная решетка 3 × 3 из резонаторно-щелевых излучателей

Излучатель представляет щель или систему щелей, прорезанную в проводящем экране, закрытую металлической полостью (резонатором). Щель возбуждается в одной или нескольких точках с помощью коаксиальной или полосковой линии [1]. Излучатели располагаются в узлах прямоугольной сетки.

Рассчитаны электродинамические характеристики антенной решетки, элементом которой является одна щель полуволновой длины. Сосредоточенный источник расположен в центре щели. Резонатор имеет размеры: вдоль оси $OX = 0,52\lambda$, вдоль оси $OY = 0,54\lambda$, вдоль оси $OZ = 0,2\lambda$, и соответствуют резонансному режиму работы (мнимая часть входной проводимости $B_y = 0$) [1]. Ширина щели = $0,002\lambda$. Параметры решетки: период вдоль оси $OX = 0,65\lambda$, период вдоль оси $OY = 0,6\lambda$.

На рис. 2 показано амплитудное распределение поля в щели для $\theta = 0^\circ$ при сканировании в E -плоскости ($\varphi = 0^\circ$).

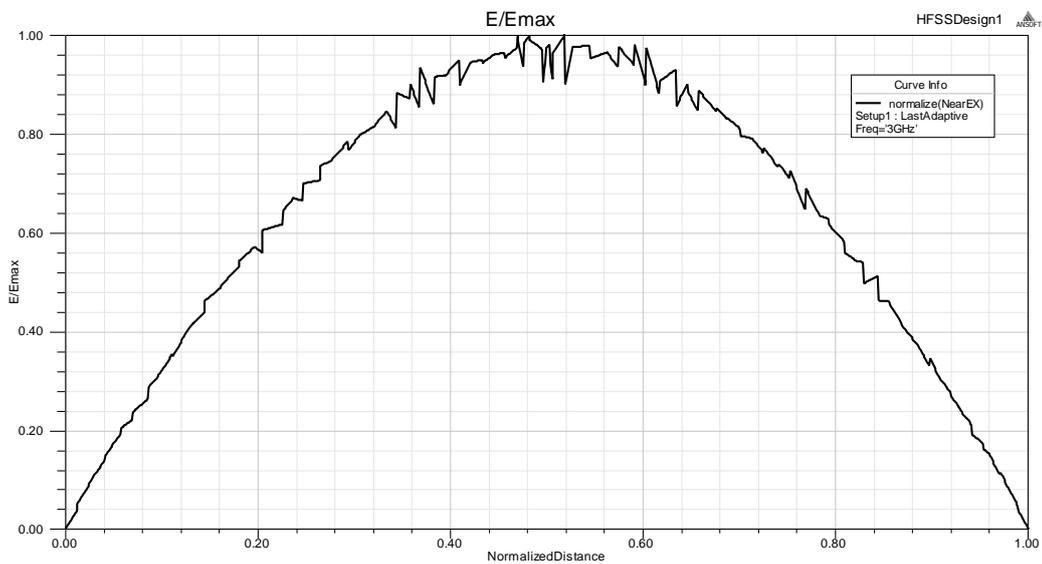


Рис. 2. Амплитудное распределение поля вдоль щели для $\theta = 0^\circ$; $\varphi = 0^\circ$

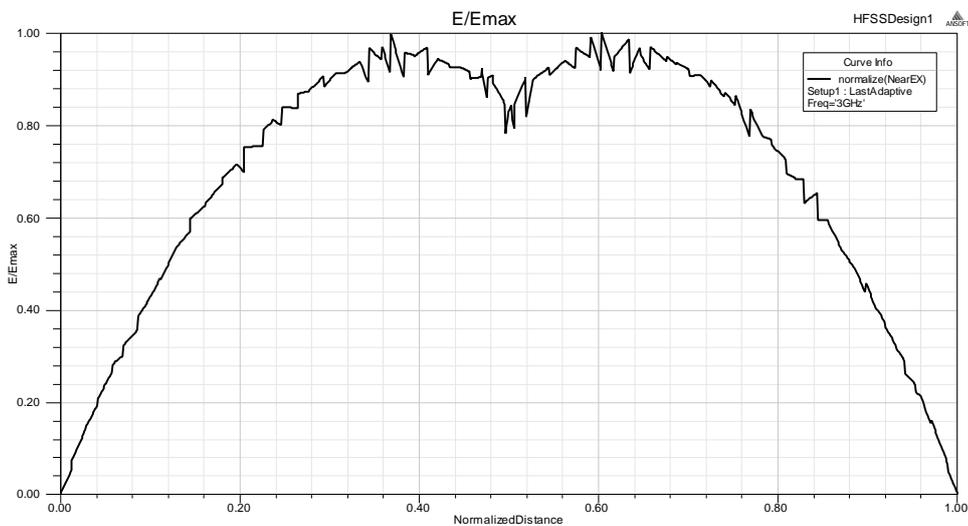


Рис. 3. Амплитудное распределение поля вдоль щели для $\theta = 33^\circ, 30^\circ$; $\varphi = 0^\circ$

Кривая на рис. 3 иллюстрирует характерное распределение поля в щели в момент появления дифракционного лепестка при сканировании.

На рис. 4, 5 приведены зависимости активной (G_y) и реактивной (B_y) составляющих входной проводимости щелевой антенны в составе периодической решетки от угла сканирования в E -плоскости. Резкие выбросы на кривых G_y и B_y соответствуют моменту появления дифракционного лепестка при сканировании. Диапазон углов $\theta \approx \pm 30^\circ$ является рабочим (входная проводимость почти не изменяется).

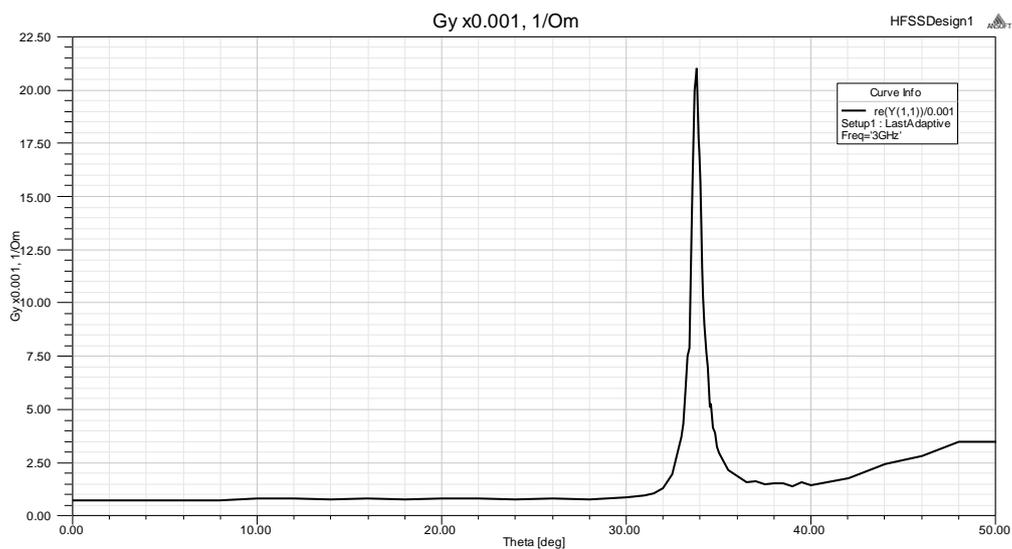


Рис. 4. Зависимость активной входной проводимости от угла сканирования в E -плоскости

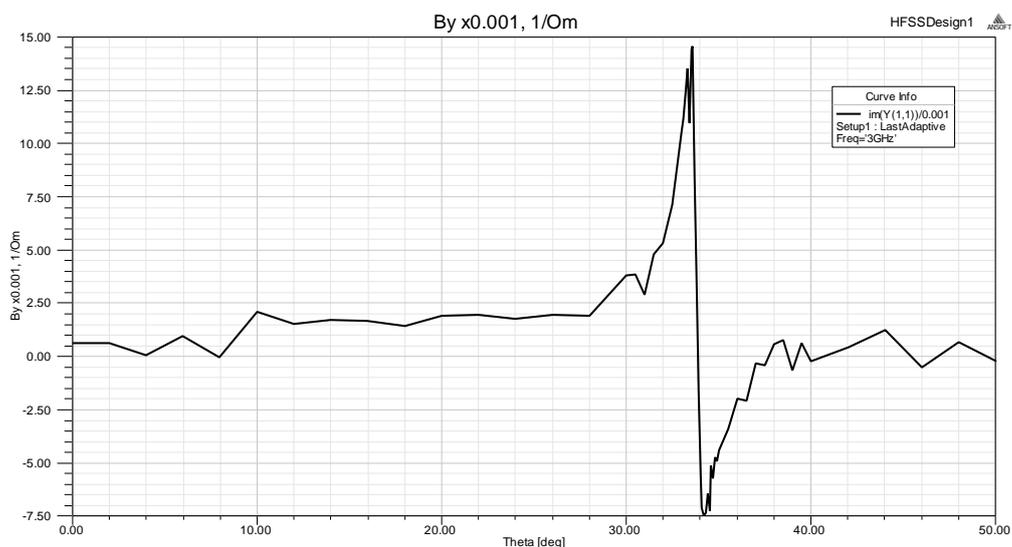


Рис. 5. Зависимость реактивной входной проводимости от угла сканирования в E -плоскости

В результате проделанной работы были рассчитаны электродинамические характеристики модели бесконечной антенной решетки из резонаторно-щелевых излучателей; определен рабочий диапазон углов сканирования в E -плоскости: $\theta \approx \pm 30^\circ$.

Л и т е р а т у р а

1. Антенны и устройства СВЧ (проектирование ФАР) / под ред. Д. И. Воскресенского. – М. : Радио и связь, 1981.
2. Амитей, Н. Теория и анализ фазированных антенных решеток / Н. Амитей, В. Галиндо, Ч. Ву ; пер. с англ. / под ред. Г. Т. Маркова, А. Ф. Чаплина. – М. : Мир, 1974.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ОСНОВАННАЯ НА КОНТРОЛЛЕРАХ ICP

А. А. Ягур

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

Научный руководитель Е. А. Храбров

Целью работы является разработка гибкой, достаточно легко трансформируемой системы управления и диагностики группы 11 насосов Гомельской ТЭЦ-2, чтобы в дальнейшем путем компьютерного моделирования возможных псевдослучайных отказов и дефектов работы этих насосов построить оптимальную отказоустойчивую систему управления группой насосов ТЭЦ-2.

Отказы или дефекты работы мощных насосов ТЭЦ-2 могут снизить или прекратить снабжение теплой водой, и, фактически, теплом жилые дома, учреждения и предприятия нескольких районов г. Гомеля. По этой причине возможны заболевания людей, прерывания производственных циклов с порчей продукции, размораживание водопроводов.

При устранении произошедших аварий в авральном режиме вероятны травмы работников. В связи с вышеизложенным повышение надежности системы теплоснабжения, осуществляемой с помощью группы насосов ТЭЦ-2 считаю актуальным.

Подача горячей воды для отопления с гомельской ТЭЦ-2 на Гомель осуществляется группой взаимосвязанных насосов, которые называются сетевые насосы СН второго подъема. Группа взаимосвязанных насосов – это 11 насосов, из которых 10 работают, а 1 является резервным. Отказ одного из насосов, или падение давления в трубе, приводит к аварийному включению резервного насоса.

Каждый СН состоит из самого насоса, электродвигателя этого насоса и масляного насоса. Масляной насос предназначен для подачи масла на подшипники, два из которых находятся в стоячем масле (подшипники сетевого насоса), и два других находятся в проточном масле. Давление проточного масла на подшипнике является одним из условий запуска электродвигателя.

Если учесть, что насосов всего 11, то «шкафы» управления занимают большую площадь. Внутреннее устройство шкафов представляет собой устаревшую конструкцию, принципиальная схема которого является сборником схем, объединенных в целый том (около 100 страниц).

Около каждого насоса находится самописец и стенд манометров давления воды и масла на одном насосе.

Существующее управление каждым из насосов представляет большой комплекс аппаратных средств, быстродействие которых мало и не удовлетворяет настоящим требованиям.

В настоящий момент на каждом из насосов измеряется 8 параметров. В моем проекте их 14, включая старые параметры, что увеличит точность анализа состояния электронасосов.

На рис. 1 показаны некоторые точки измерения параметров, а именно температура и давление масла на выходе с маслонасоса, температура каждого подшипника в насосе и электродвигателе, температура и давление воды после насоса, а также некоторые параметры электродвигателя.

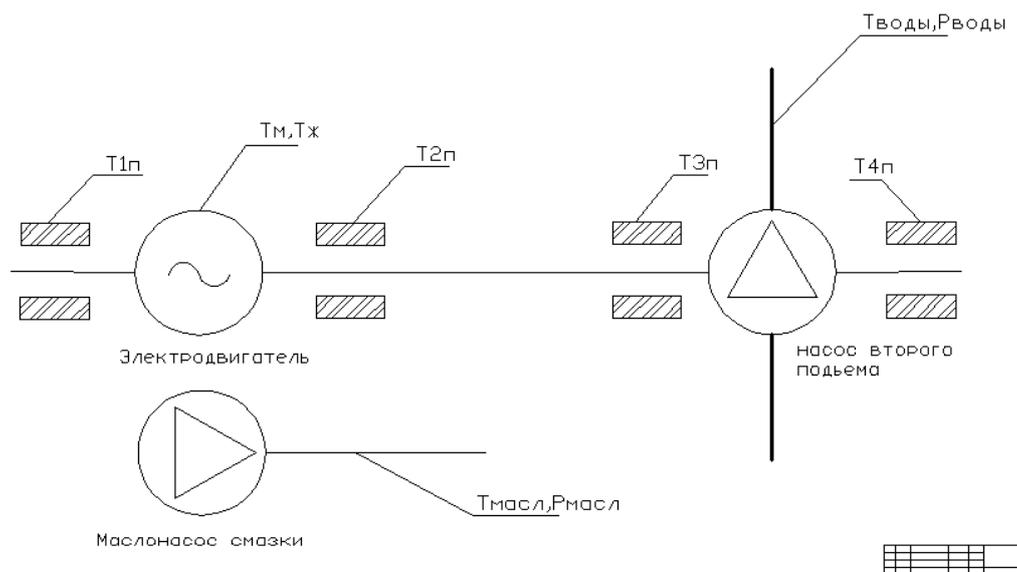


Рис. 1. Точки измерения параметров

Разработанная мною схема представлена на рис. 2. Компьютер подключен через ком-порт к PC-совместимому контроллеру WinCon-8000. Этот контроллер является аналогом персонального компьютера оснащенного ОС Windows CE.Net. На такой контроллер ставится SCADA-система Micro Trace Mode, в результате нет необходимости в постоянной работе компьютера. К контроллеру подключается модуль ICP I-7043 (16 канальный модуль вывода дискретных сигналов), который будет управлять блоком реле RM-116, предназначенном для запуска маслонасосов и электродвигателей, связанных между собой шиной управления (ШУ). По шине данных (ШД) передается информация на Can-контроллер. На WinCon-8000 происходит обработка информации и управления насосами, также при аварийной ситуации происходит включение запасного насоса. Отказоустойчивость системы управления группой насосов обеспечивает дублирование всей системы в случае выхода из строя компонента(ов) основной системы управления, PC-совместимый контроллер WinCon-8000 № 2 автоматически перейдет в разряд ведущего контроллера. Шина данных и шина управления имеют структуру Turbo Ring.

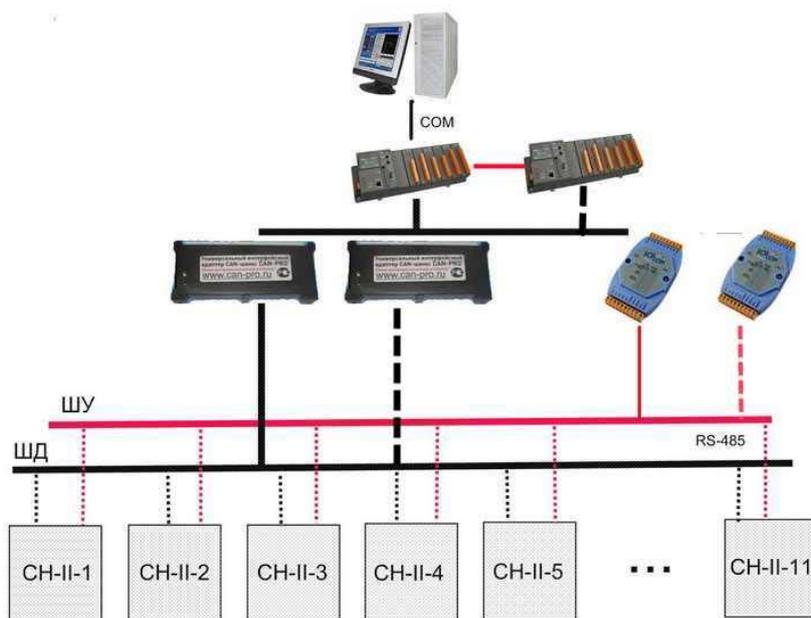


Рис. 2. Схема управления группой взаимосвязанных насосов

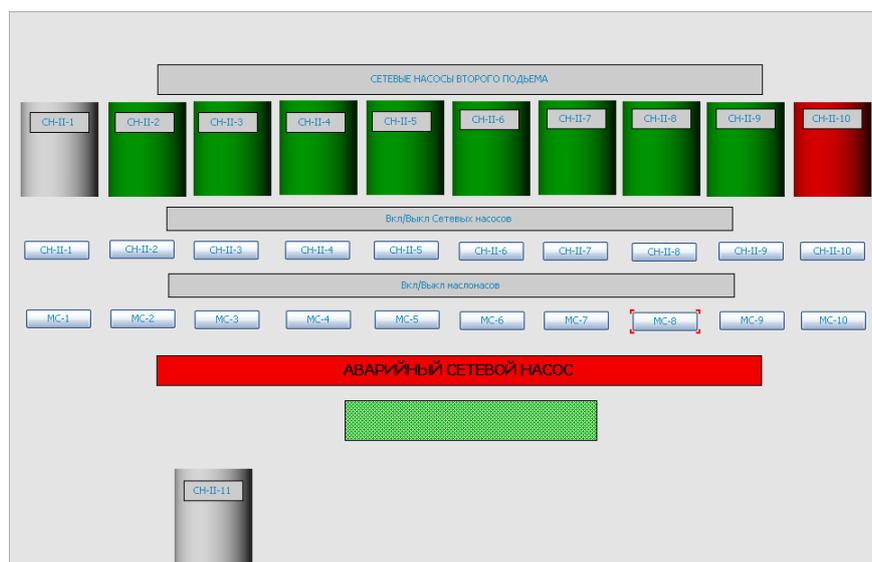


Рис. 3. Пульт оператора

В дальнейшем будет написана программа управления насосами на ТЭЦ-2, также будет создана симуляция работы данного проекта на компьютере для проверки ее работоспособности.

Литература

1. D0-06USER-M-RUS : рук. пользователя контроллера DL06 ; пер. ООО «ПЛКСистемы». – Ч. 1.
2. TRACE MODE 6 и T-FACTORY 6. – Режим доступа: <http://www.adastra.ru>.
3. Оборудование для автоматизации. – Режим доступа: <http://www.expert-automatic.ru>.

ПОДРОБНЫЙ ВЫВОД УТОЧНЕННОЙ ФОРМУЛЫ ВЕРОЯТНОСТИ НЕПРИЕМА ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПО ЗАЧЕТНОМУ ОТРЕЗКУ

Е. А. Ильющин

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

Научный руководитель Е. А. Храбров

Прием информации, использующей псевдослучайные последовательности, ведется двумя способами: корреляционным и по зачетному отрезку [1]. Анализ надежности приема первым способом не вызывает трудностей, а вот определение вероятности приема вторым способом до сих пор является непростым по ряду причин [2]. В некоторых источниках даются ссылки на закрытую статью [3], в которой приведен вывод приближенной формулы вероятности приема по зачетному отрезку для небольших последовательностей. В [4] дана приближенная формула, позволяющая найти вероятность приема по зачетному отрезку для последовательностей большой длительности, но до настоящего времени не известна точная формула вероятности приема по зачетному отрезку.

В данной работе показана попытка вывода точной формулы вероятности приема псевдослучайной последовательности по зачетному отрезку. В соответствии с методикой Козлова А. Ф., показанной в [1], «вероятность ошибочного приема одного символа p , а $q = 1 - p$ вероятность правильного приема символа. Вероятность неприятия сигнала фазового пуска длиной n символов запишется в виде:

$$P_n = pP_{n-1} + pqP_{n-2} + pq^2P_{n-3} + \dots + pq^{s-1}P_{n-s}. \quad (1)$$

Причем, если длина сигнала фазового пуска будет равна s , то

$$P_{s-1} = P_{s-2} = \dots = P_1 = P_0 = 1.$$

Так как появление хотя бы одной ошибки автоматически гарантирует то, что сигнал фазового пуска не будет принят.

$$P_s = 1 - q^s. \quad (2)$$

Для дальнейших вычислений необходимо найти разность $P_{n-1} - P_n$, для этого в первом члене выражения (1) вместо p следует подставить $1 - q$, раскрыть скобки, перенести P_{n-1} в левую часть равенства. Затем необходимо представить P_{n-1} по примеру выражения (1) и подставить результат в P_{n-1} находящийся в правой части равенства. В результате получаем рекуррентное соотношение

$$P_n = P_{n-1} - pq^s P_{n-s-1}, \quad (3)$$

которым будем пользоваться для получения вероятности неприятия сигнала.

Учитывая, что $P_{s-1} = P_{s-2} = \dots = P_1 = P_0 = 1$ и $P_s = 1 - q^s$;

$$P_{s+1} = P_s - pq^s P_0 = 1 - q^s - pq^s; \quad (4)$$

$$P_{s+2} = P_{s+1} - pq^s P_1 = 1 - q^s - pq^s - pq^s = 1 - q^s - 2pq^s; \quad (5)$$

$$P_{s+3} = P_{s+2} - pq^s P_2 = 1 - q^s - 2pq^s - pq^s = 1 - q^s - 3pq^s; \quad (6)$$

$$P_{2s} = P_{2s-1} - pq^s P_{s-1} = 1 - q^s - spq^s; \quad (7)$$

$$P_{2s+1} = P_{2s} - pq^s P_s = 1 - q^s - (s+1)pq^s + pq^{2s}; \quad (8)$$

$$P_{2s+2} = P_{2s+1} - pq^s P_{s+1} = 1 - q^s - (s+2)pq^s + 2pq^{2s} + p^2q^{2s}; \quad (9)$$

$$P_{2s+3} = P_{2s+2} - pq^s P_{s+2} = 1 - q^s - (s+3)pq^s + 3pq^{2s} + 3p^2q^{2s}; \quad (10)$$

$$P_{2s+4} = P_{2s+3} - pq^s P_{s+3} = 1 - q^s - (s+4)pq^s + 4pq^{2s} + 6p^2q^{2s}; \quad (11)$$

$$P_{2s+5} = P_{2s+4} - pq^s P_{s+4} = 1 - q^s - (s+5)pq^s + 5pq^{2s} + 10p^2q^{2s}. \quad (12)$$

На данном этапе можно установить закономерности изменения коэффициентов перед q^s , pq^s , pq^{2s} , p^2q^{2s} .

Коэффициент перед p^2q^{2s} изменяется следующим образом: 1, 3, 6, 10, ..., – эту закономерность изменения коэффициентов можно описать с помощью известной формулы комбинаторики:

$$C_{ks+i-2s}^2 = \frac{(ks+i-2s)!}{2!(ks+i-2s-2)!}.$$

Пример

Вычисляем вероятность для P_{2s+3} , $k = 2$, $i = 3$, следовательно, коэффициент стоящий перед p^2q^{2s} , будет равен

$$C_{2s+3-2s}^2 = C_3^2 = \frac{3!}{2! \cdot 1!} = 3;$$

– для вероятности P_{2s+5} , $k = 2$, $i = 5$:

$$C_{2s+5-2s}^2 = C_5^2 = \frac{5!}{2! \cdot 3!} = 10;$$

– для вероятности P_{3s+4} , $k = 3$, $i = 4$:

$$C_{3s+4-2s}^2 = C_{s+4}^2 = \frac{(s+4)!}{2!(s+4-2)!} = \frac{(s+2)!(s+3)(s+4)}{2!(s+2)!} = \frac{(s+3)(s+4)}{2!} = \frac{s^2 + 7s + 12}{2};$$

– для вероятности P_{4s+11} , $k = 4$, $i = 11$:

$$C_{4s+11-2s}^2 = C_{2s+11}^2 = \frac{(2s+11)!}{2!(2s+9)!} = \frac{(2s+9)!(2s+10)(2s+11)}{2!(2s+9)!} = \frac{4s^2 + 42s + 110}{2};$$

– для вероятности $P_{s,s+3}$, $k = s$, $i = 3$:

$$C_{s,s+3-2s}^2 = C_{2s+1}^2 = \frac{(s^2 - 2s + 3)!}{2!(s^2 - 2s + 1)!} = \frac{s^4 - 4s^2 + 9s^2 - 10s + 6}{2}.$$

Коэффициент перед pq^{2s} равен $C_{ks+i-2s}^1$.

Коэффициент перед pq^s равен C_{ks+i-s}^1 .

Для получения следующих выражений необходимо воспользоваться свойствами числа сочетаний, такими как:

$$C_j^m + C_j^{m-1} = C_{j+1}^m; \quad (13)$$

$$C_j^0 = C_j^j = 1; \quad (14)$$

$$C_j^1 = C_j^{j-1} = j; \quad (15)$$

$$P_{3s} = P_{3s-1} - pq^s P_{2s-1} = 1 - q^s - C_{2s}^1 pq^s + C_s^1 pq^{2s} + C_s^2 p^2 q^{2s}; \quad (16)$$

$$P_{3s+1} = P_{3s} - pq^s P_{2s} = 1 - q^s - C_{2s+1}^1 pq^s + C_{s+1}^1 pq^{2s} + C_{s+1}^2 p^2 q^{2s}; \quad (17)$$

$$P_{3s+2} = P_{3s+1} - pq^s P_{2s+1} = 1 - q^s - C_{2s+2}^1 pq^s + C_{s+2}^1 pq^{2s} + C_{s+2}^2 p^2 q^{2s} - p^2 q^{3s}; \quad (18)$$

$$P_{3s+3} = P_{3s+2} - pq^s P_{2s+2} = 1 - q^s - C_{2s+3}^1 pq^s + C_{s+3}^1 pq^{2s} + C_{s+3}^2 p^2 q^{2s} - C_3^2 p^2 q^{3s} - p^3 q^{3s}; \quad (19)$$

$$P_{3s+4} = P_{3s+3} - pq^s P_{2s+3} = 1 - q^s - C_{2s+4}^1 pq^s + C_{s+4}^1 pq^{2s} + C_{s+4}^2 p^2 q^{2s} - C_4^2 p^2 q^{3s} - C_4^3 p^3 q^{3s}. \quad (20)$$

Продолжая получение выражений через рекуррентное соотношение, можно заметить, что на этапе $P_{ks+(k-1)}$ появляется новый член выражения со своим коэффициентом, верхний индекс числа сочетаний которого совпадает с индексом числа сочетаний члена выражения, стоящего перед ним, а нижний индекс уменьшен на s .

На этапе P_{ks+k} тоже появляется новый член в выражении со своим коэффициентом, его верхний индекс числа сочетаний больше на единицу индекса числа сочетаний члена выражения, стоящего перед ним, а нижний индекс совпадает. Далее, начиная с P_{ks+k+1} число членов в выражении остается неизменным до $P_{(k+1)s+k}$.

В результате работы получены три варианта формулы неприема:

– первый вариант действителен в случае, когда остаток от деления n/s равен или больше целой части результата этого деления и совпадает с формулой, данной в [1]:

$$P_n = 1 - \sum_{i=1}^{[n/s]} (-1)^{i-1} p^{i-1} q^i (C_{n-is}^{i-1} + p C_{n-is}^i), \quad (21)$$

где n/s – целая часть дроби n/s ;

– второй вариант действителен в случае, когда остаток от деления n/s меньше целой части результата этого деления на 1 и имеет более сложный вид:

$$P_n = 1 - \left[\sum_{i=1}^{\lfloor n/s \rfloor} (-1)^{i-1} p^{i-1} q^i (C_{n-is}^{i-1} + pC_{n-is}^i) \right] - (-1)^{\lfloor n/s \rfloor - 1} p^{\lfloor n/s \rfloor} q^{\lfloor n/s \rfloor s} C_{n-\lfloor n/s \rfloor s}^{\lfloor n/s \rfloor}; \quad (22)$$

– третий вариант действителен в случае, когда остаток от деления n/s меньше целой части результата этого деления более, чем на 1:

$$P_n = 1 - \left[\sum_{i=1}^{\lfloor n/s \rfloor} (-1)^{i-1} p^{i-1} q^i (C_{n-is}^{i-1} + pC_{n-is}^i) \right] - (-1)^{\lfloor n/s \rfloor - 1} p^{\lfloor n/s \rfloor - 1} q^{\lfloor n/s \rfloor s} \left[C_{n-\lfloor n/s \rfloor s}^{\lfloor n/s \rfloor - 1} + pC_{n-\lfloor n/s \rfloor s}^{\lfloor n/s \rfloor} \right]. \quad (23)$$

Таким образом, при определении надежности приема псевдослучайной последовательности по зачетному отрезку следует выбрать одну из трех точных формул, две из которых отличаются от известной формулы, приведенной в [1].

Л и т е р а т у р а

1. Радиолинии космических систем передачи информации / И. М. Тепляков [и др.]. – М. : Сов. Радио, 1975. – 174 с.
2. Хисамов, Д. Ф. Граничные оценки вероятности синхронизации псевдослучайной последовательности на каналах с произвольным распределением ошибок / Д. Ф. Хисамов // Междунар. конгресс «МАТЕМАТИКА в XXI в. Роль ММФ НГУ в науке, образовании и бизнесе», 25–28 июня 2003 г., Академгородок.
3. Козлов, А. Ф. О приближенном вычислении вероятности неприема сигнала фазового пуска : сб. науч. трудов / А. Ф. Козлов // МО СССР. – 1965. – № 11.
4. Храбров, Е. А. Разработка систем группового запуска и синхронизации сейсмических вибраторов при разведке нефти и газа : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Е. А. Храбров. – Гомель, 1999. – 227 с.

СЕКЦИЯ V ЭКОНОМИКА

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. Л. Фраймович

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

Научный руководитель А. Ф. Зубрицкий

Республика Беларусь имеет мощный научно-технический потенциал, значительные достижения в различных отраслях науки и техники, заделы в фундаментальных исследованиях. В условиях недостаточного финансирования для обеспечения дальнейшего своего инновационного развития организации промышленности были вынуждены использовать кредиты и займы, доля которых в 2010 г. составила 36,9 % от общей суммы затрат на технологические инновации. Доля средств иностранных инвесторов, включая иностранные кредиты и займы, увеличилась с 4,5 % в 2009 г. до 16 % в 2010 г.

Однако развивать новые и высокие технологии для отечественных производителей – роскошь: доля этих расходов в общих затратах на технологические инновации составила в 2010 г. 0,4 %.

Согласно статистике, среди организаций промышленности республики лишь 324 являлись инновационно-активными, что составляет 15,4 % от их общего числа.

Наибольший удельный вес приходился на организации таких видов экономической деятельности, как производство машин и оборудования (22,2 %); производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (17,6 %); производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака (11,7 %); текстильное и швейное производство (8,3 %); химическое производство (7,4 %); производство транспортных средств и оборудования (7,1 %); металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (6,8 %).

Затраты на технологические, организационные и маркетинговые инновации организаций промышленности республики составили 2812,5 млрд р.

Для организаций промышленности наиболее актуальными и результативными являются технологические (продуктовые и (или) процессные) инновации. Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме затрат на инновации составил 99,3 %, на организационные инновации – 0,2 %, на маркетинговые инновации – 0,5 %. Затраты на технологические инновации организаций промышленности в 2010 г. увеличились по сравнению с 2009 г. на 3,4 %.

Анализ данных по видам затрат на технологические инновации показывает, что в их структуре преобладали затраты на приобретение машин и оборудования. Их доля в 2010 г. составила 65,1 %.

В 2010 г. доля затрат на исследования и разработки новых продуктов, услуг и методов их производства, новых производственных процессов выросла с 11,6 % в 2009 г. до 21,4 % в 2010 г. Удельный вес затрат организаций промышленности республики на производственное проектирование, другие виды подготовки производства для выпус-

ка новых продуктов или методов их производства в 2010 г. по сравнению с 2009 г. не изменился и составил 9,3 %. Объем затрат на технологические инновации в 2010 г. определялся условиями финансирования инновационной деятельности организаций промышленности. Удельный вес собственных средств организаций, являющихся основным источником финансирования затрат на технологические инновации, уменьшился в 2010 г. до 38,9 % против 52,8 % в 2009 г. Одновременно в 2010 г. имело место снижение объемов финансирования технологических инноваций за счет средств республиканского бюджета с 14,7 % в 2009 г. до 6,5 % в 2010 г.

Инновационная деятельность в Республике Беларусь находится на стадии становления.

Основными факторами, препятствующими инновациям в организациях промышленности Беларуси являются:

1. Экономические:

- нехватка собственных денежных средств;
- недостаток финансовой поддержки со стороны государства;
- низкий платежеспособный спрос на новые продукты;
- высокая стоимость нововведений;
- экономический риск;
- длительные сроки окупаемости нововведений.

2. Производственные:

- низкий инновационный потенциал организации;
- нехватка квалифицированного персонала;
- недостаток информации о новых технологиях;
- отсутствие сведений о рынках сбыта;
- невосприимчивость организаций к нововведениям;
- слабая возможность для кооперирования с другими организациями, предприятиями и научными учреждениями.

3. Прочие:

- низкий спрос у потребителей на инновационную продукцию;
- неопределенность сроков инновационного процесса;
- неразвитость инновационной инфраструктуры;
- ограниченный рынок технологий;
- недостаточность законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих и стимулирующих инновационную деятельность.

В Беларуси отсутствует присущая рыночной экономике система мер, стимулов и условий для осуществления инновационной деятельности. Республика не достигла еще состояния «инновационной восприимчивости».

Анализ состояния системы подготовки специалистов в области инновационной деятельности в Республике Беларусь свидетельствует о том, что в данной сфере имеется ряд проблем, требующих незамедлительного решения.

На сегодняшний день образовательные стандарты подготовки специалистов по инновационным специальностям в Республике Беларусь не адаптированы к реальным потребностям современной экономики. Существует необходимость в организации системы прогнозирования и планирования подготовки кадров для инновационных и научных организаций республики на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

Республике Беларусь необходимо уделять больше внимания активизации инновационной деятельности, ведь роль инноваций в экономике велика. Их разработка и внедрение позволяет не только повысить конкурентоспособность отечественных то-

варов, но и имидж государства, а также обеспечить устойчивость экономического роста и на этой основе – высокий уровень жизни граждан. Инновации – это оружие конкурентной борьбы в XXI в. Овладевший им в совершенстве неизбежно превзойдет всех остальных.

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

С. А. Римашевская

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Пузанова

В конкурентной экономике финансовое состояние хозяйствующего субъекта в существенной степени зависит от уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции. При избытии товаров потребитель выбирает тот товар, который по цене и качеству наиболее полно соответствует его требованиям. Потребительские свойства товара определяют его конкурентоспособность, поэтому неотъемлемой частью функционирования предприятия является оценка конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Проблемы анализа и оценки конкурентоспособности сложны и многогранны. В настоящее время существуют различные методы оценки конкурентоспособности, которые являются универсальными и широко применяются на практике. Тем не менее, при оценке конкурентоспособности предприятия и выпускаемой им продукции всегда следует учитывать их специфику для того, чтобы полученный результат оказался наиболее точным и достоверным.

Целью данной работы является анализ различных моделей оценки конкурентоспособности автомобильной техники на примере предприятия «Могилевский автомобильный завод им. С. М. Кирова» – филиал ОАО «БелАЗ» в г. Могилеве. Завод занимается выпуском дорожно-строительной и карьерной техники, техники для работы под землей, а также производством деталей, запасных частей и комплектующих, выполнением гарантийного ремонта.

Предприятие характеризуется дифференцированной номенклатурой выпускаемой продукции. Прежде чем приступить к анализу конкурентоспособности следует выбрать ту продукцию, которая является наиболее значимой для предприятия. Для этого можно применить ABC-анализ или построить стратегическую матрицу БКГ. В результате наиболее значимыми товарными группами для предприятия оказались: автомобили-самосвалы, автопогрузчики, автобетоносмесители и подземная техника.

Для оценки конкурентоспособности следует изучить каждую товарную группу, а именно, проанализировать рынки сбыта и конкурентов, изучить ассортимент выпускаемой продукции и выявить типовых представителей, например, с наибольшим удельным весом в общем объеме продаж.

Так, для товарной группы автобетоносмесители характерно то, что они реализуются исключительно в Республике Беларусь. На заводе выпускаются три модели автобетоносмесителей. Наибольший удельный вес в объемах продаж за последние периоды занимает автобетоносмеситель СМБ-372 (около 90 %). Основные конкуренты автобетоносмесителей выпускаются в Республике Беларусь. Очевидно, что следует оценивать, а затем и повышать конкурентоспособность главного представителя данной товарной группы, так как он является наиболее ценным для предприятия.

Следующим шагом является выбор методики оценки. Все существующие модели оценки конкурентоспособности можно разделить на 2 группы: графические и аналитические.

К преимуществам графического метода можно отнести его наглядность, а также возможность учесть как количественные, так и качественные характеристики продукции. Недостатком является то, что всем критериям оценки присваивается одинаковый уровень значимости. Это является недопустимым при оценке автомобильной техники, для которой характерно наличие разнообразных показателей качества, так как может исказить общий уровень конкурентоспособности.

Аналитические методы основаны на определении уровня привлекательности товара для потребителя или на анализе объемов продаж конкурентов и могут дать достаточно объективные оценки. Объективность обеспечена учетом важности определенных групп показателей. Однако при недостатке информации о конкурентах объективность оценки снижается. Для решения рассматриваемой задачи применяется интегральный метод оценки качества, так как он учитывает и технические и экономические параметры, а также их значимость.

Далее следует выбрать критерии, по которым будет оцениваться конкурентоспособность. Данная категория определяется, с одной стороны, качеством товара, его техническим уровнем, потребительскими свойствами, а с другой стороны, ценой продажи и ценой потребления. Кроме того, на конкурентоспособность влияют продажный и послепродажный сервис, реклама, имидж производителя. Очевидно, что ряд оцениваемых параметров достаточно разнообразен. В данной работе с целью наиболее точного определения уровня конкурентоспособности предлагается модифицировать используемый метод и разбить все имеющиеся характеристики на 8 групп с учетом специфики оцениваемой продукции:

- 1) размерные;
- 2) назначения;
- 3) динамические;
- 4) экономические;
- 5) параметры надежности;
- 6) нормативные;
- 7) эргономики и дизайна;
- 8) параметры комплектации.

В каждую из вышеперечисленных групп можно включить по 8–12 оцениваемых параметров и рассчитать показатель конкурентоспособности товара по каждой группе путем определения единичных показателей качества, а затем вычислить интегральную оценку. Для разных видов продукции в качестве оцениваемых нормативных и технических параметров могут выступать различные характеристики. Для определения уровня конкурентоспособности изделия по одной из групп показателей можно использовать метод построения «радар конкурентоспособности». В интегральной оценке качества требуется учитывать удельные веса выделенных групп показателей. Определение удельного веса может оказаться достаточно сложным для экспертов, поэтому в данном случае рекомендуется применить метод анализа иерархий (метод Саати). Если у оцениваемой продукции существует большое количество товаров-конкурентов, то в качестве базы сравнения следует выбирать наилучший показатель по всем имеющимся образцам.

Вышеизложенный метод является достаточно трудоемким и эффективен при большом количестве конкурентов. Он характеризует уровень конкурентоспособности товарной группы по одному представителю, который пользуется большим спросом по сравнению с другими моделями.

А вот для подземной техники сложилась иная ситуация. Рынками сбыта данной продукции является Российская Федерация и страны СНГ, также очень незначительную долю занимают страны дальнего зарубежья. Товарная группа представлена семью моделями. За последние периоды объемы их реализации распределены равномерно. В этом случае можно в качестве критерия оценки выбрать такой параметр, как уровень конкурентоспособности товарного предложения. Он позволит количественно измерить качество имеющегося товарного предложения.

В данной методике за основу оценки был принят потребительский стандарт, который представляет собой определенную потребителями и экспертами приоритетность требований к товару. Его получают на основе ранжирования параметров продукции, т. е. расположения их в зависимости от значимости по принципу убывания весомости. В качестве оцениваемых параметров можно взять 8 вышеперечисленных групп показателей. Таким образом, каждому параметру будут выставлены баллы от 1 до 8.

Далее оценивается качество ассортимента ряда по вышеперечисленным характеристикам с использованием 8-балльной шкалы. Чем выше балл, тем больше оцениваемый у модели параметр соответствует потребительским ожиданиям.

Полученные показатели суммируются и вычисляется фактический ранг для каждой группы показателей. Оценка качества товарного предложения осуществляется путем измерения отклонений фактических рангов параметрических характеристик имеющегося модельного ряда от рангов установленного потребительского стандарта. Так определяется коэффициент качества товарного предложения. Методика может использоваться для определения интегрального показателя конкурентоспособности и относительной конкурентоспособности для каждого из представителей такой товарной группы.

Вышеизложенные методы оценки качества товара и товарного предложения позволяют выявить степень соответствия продукции потребительским ожиданиям и определить уровень ее конкурентоспособности относительно имеющихся аналогов, а также дают возможность корректировать ассортимент в соответствии с требованиями потребителей.

Так как предприятие функционирует в условиях ограниченности имеющихся ресурсов, то рассмотренная выше методика оценки конкурентоспособности может использоваться для последующего обоснования мероприятий по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции на основе варианта их оптимального использования.

Один из таких вариантов можно получить путем решения задачи оптимизации, в которой в качестве критерия оценки используется уровень конкурентоспособности, а в качестве управляемых параметров – объем денежных ресурсов, направленный на улучшение той или иной характеристики продукции.

Применение вышеуказанного подхода для рассматриваемого предприятия позволило определить изделия и разработать следующие мероприятия для повышения их уровня конкурентоспособности:

- 1) улучшение ряда технических характеристик путем замены комплектующих на более совершенные и качественные аналоги;
- 2) уменьшение себестоимости выпускаемой продукции за счет импортозамещения, уменьшения количества бракованной продукции и повышения качества, а также за счет увеличения объемов производства;
- 3) повышение эффективности работы дилерских сетей и дифференциация условий работы с различными дилерами в зависимости от результативности их работы.

В результате повышения конкурентоспособности продукции, ожидается и увеличение потребительского спроса. Следовательно, в производственной программе необходимо предусмотреть соответствующую корректировку объемов производства более конкурентоспособной продукции.

Реализация такой производственной программы даст предприятию следующие преимущества: повышение уровня конкурентоспособности предприятия в целом, получение большей прибыли от реализации продукции, улучшение финансового положения предприятия за счет ускорения оборачиваемости оборотных средств.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА К ВЫПУСКУ НОВОГО ИЗДЕЛИЯ

И. В. Павловская

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Широченко.

В условиях рыночной конкуренции товарная политика предприятия должна быть направлена на перспективу. Это означает, что при ее разработке необходимо учитывать, что любой товар со временем уходит с рынка и необходимо заблаговременно готовиться к выпуску нового. Новая продукция, создаваемая на базе новых идей, исследований и технических достижений, обеспечивает конкурентные преимущества предприятию на рынках сбыта.

Процесс разработки и освоения выпуска нового изделия на предприятии сформировался как самостоятельный этап процесса производства. Он включает в себя ряд стадий, которые характерны для всех предприятий независимо от их отраслевой принадлежности при организации выпуска нового изделия. Поэтому в целях экономии времени, финансовых, трудовых и прочих ресурсов целесообразно разработать программный продукт, который позволит оптимизировать процесс подготовки производства к выпуску нового вида продукции.

Объектом исследования в данной работе является ЧТУП «Энтробел», дочернее предприятие компании «Энтророс» (г. Санкт-Петербург), производящей водогрейные и паровые котлы, котлоагрегаты, котельное и другое промышленное отопительное оборудование, дымовые трубы, баки, цистерны, гидравлические развязки. Основным видом деятельности предприятия «Энтробел» является продажа вышеуказанного оборудования.

В то же время любое предприятие стремится к улучшению своего финансового состояния. Одним из вариантов такого улучшения на предприятии «Энтробел» является организация собственного производства по выпуску блочно-модульных котельных (БМК). Однако на базе данного предприятия может быть организовано не только производство БМК, но и производство прочего отопительного оборудования (например, деаэраторы), поэтому данное программное обеспечение является жизненно важным для предприятия.

Как уже отмечалось ранее, процесс подготовки производства к выпуску нового изделия по своей структуре неоднороден и состоит из множества стадий с различным содержанием. Успешная реализация такой сложной задачи, как создание и освоение нового товара, невозможна без использования системного подхода. Он основан на комплексном решении входящих в проблему работ и задач, предусматривает постановку цели, требует выявления содержания входных и выходных потоков информации, установления критериев оптимизации, прогнозирования, моделирования.

В постоянно усиливающейся конкуренции на рынке сроки создания и освоения новых изделий, а также стоимость выполнения всего комплекса работ по освоению выпуска данных изделий имеют чрезвычайно большое значение в деятельности фирмы. При этом для достижения минимально возможных сроков и затрат на выполнение всего комплекса работ по подготовке производства, необходимо, чтобы все процессы, выполняемые различными подразделениями фирмы, должны быть тщательно скоординированы и увязаны во времени.

Наилучшим способом решения поставленной задачи является использование метода сетевого планирования и управления (СПУ).

В основе данного метода лежит построение сетевой модели, представляющей собой план выполнения некоторого комплекса взаимосвязанных работ (операций), заданный в специфической форме сети, графическое изображение которой называется *сетевым графиком*.

Главными элементами сетевой модели являются *события* и *работы*. *Работа* – это процесс или действие, которое нужно совершить, чтобы перейти от одного события к другому. Она характеризуется определенными затратами труда и времени.

В рамках теории сетевого планирования все работы, представленные на сетевом графике, можно объединить в три группы – действительная работа, фиктивная работы и ожидание.

Реальные производственные процессы, требующие затрат времени, материальных и трудовых ресурсов для их осуществления называются действительными работами. Помимо производственных процессов под работой подразумеваются и процессы, требующие затрат только времени, например, сушка материалов, затвердевание бетона (ожидание). Если для перехода от одного события к другому не требуется ни затрат времени, ни затрат труда, то взаимная связь таких событий называется фиктивной работой, которая представляет собой логическую связь между событиями и показывает зависимость начала выполнения какой-либо работы от результатов выполнения другой.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения комплекса взаимосвязанных работ (проекта). При этом предполагается, что событие не имеет продолжительности и совершается как бы мгновенно.

Исходным событием называется такое событие, которое не имеет предшествующих работ и событий, т. е. является исходным для начала всего комплекса работ. *Завершающим событием* называется такое событие, за которым не следует никаких работ и событий и которое характеризует конечную цель всего комплекса работ.

Последовательность работ, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, образуют *путь*. Длиной (продолжительностью) пути называется число, равное сумме продолжительностей работ, входящих в данный путь.

Полный путь – это любой путь, начало которого совпадает с исходным событием сети, а конец с завершающим. Наиболее продолжительный путь в сетевом графике называется *критическим*. Работы и события, лежащие на критическом пути, также называются соответственно критическими работами и критическими событиями. Полная продолжительность комплекса работ, отражаемого сетевым графиком, равна продолжительности критического пути [1].

В ходе построения сетевого графика определяются следующие параметры: продолжительность работ и критического пути, наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий и окончания работ, все виды резервов для работ и событий.

Работы, лежащие на критическом пути, не имеют резервов времени. Поэтому несоблюдение сроков выполнения любой работы на критическом пути ведет к срыву общего срока выполнения всего комплекса.

Исходная сетевая модель обычно не является лучшей как по срокам выполнения работ, так и по эффективности использования ресурсов. Поэтому данная сеть подвергается анализу и оптимизации по одному (срок или стоимость) или нескольким параметрам.

Анализ сетевого графика начинается с анализа топологии сети, включающего контроль правильности построения сетевого графика, установление целесообразности выбора работ и степени их расчленения. Затем проводится классификация и группировка работ по величинам резервов.

Определить степень трудности выполнения в срок каждой группы работ не критического пути можно с помощью коэффициента напряженности работ.

Коэффициентом напряженности K_n работы (i, j) называется отношение продолжительности несовпадающих (заключенных между одними и теми же событиями) отрезков пути, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данную работу, а другим – критический путь

$$K_n(i, j) = \frac{t(L_{\max}) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}}, \quad (1)$$

где $t(L_{\max})$ – продолжительность максимального пути, проходящего через работу (i, j) ; $t_{кр}$ – продолжительность (длина) критического пути; $t'_{кр}$ – продолжительность отрезка рассматриваемого пути, совпадающего с критическим путем.

Чем ближе к единице коэффициент напряженности $K_n(i, j)$, тем сложнее выполнить данную работу в установленные сроки.

Величина коэффициента напряженности помогает при установлении плановых сроков выполнения работ оценить, насколько свободно можно располагать имеющимися резервами времени. Этот коэффициент дает исполнителям работ представление о степени срочности работ и позволяет определить очередность их выполнения, если они не определяются технологическими связями работ [2].

Оптимизация сетевого графика представляет собой нахождение оптимального соотношения величин стоимости и сроков выполнения проекта.

Сетевой график можно оптимизировать путем перераспределения людских ресурсов, оборудования, денежных и материальных средств с ненапряженных путей (имеющих события с резервом времени) на более напряженные и в первую очередь на критический путь.

Задачами оптимизации сетевого графика являются:

- минимизация времени выполнения комплекса работ при заданной его стоимости;
- минимизация стоимости комплекса работ при заданном плановом сроке выполнения проекта;
- минимизация дополнительных финансовых ресурсов для минимизации срока выполнения комплекса работ.

Таким образом, сетевое планирование способствует экономии не только времени, но и ресурсов. Уже сам по себе общий выигрыш времени в результате рационального планирования работ дает эффект в виде прямой экономии затрат, высвобождения персонала, выпуска дополнительной продукции, скорейшего освоения проектных мощностей. Кроме того, ощутимая экономия средств может быть достиг-

нута в результате оптимизации сроков подготовки производства с помощью сетевой модели, в частности, за счет удлинения во времени некоторых некритических работ. В этом проявляется гибкость сетевого метода планирования, позволяющего экономить и на сокращении, и на увеличении сроков.

Уменьшение длительности комплекса работ обеспечивает сокращение сроков окупаемости инвестиций, более раннему выводу товара на рынок, что способствует конкурентному успеху фирмы.

На основании всего выше перечисленного разработано специальное программное обеспечение позволяет смоделировать процесс выполнения комплекса работ, входящих в процесс подготовки производства нового товара. В тоже время данный программный продукт может выступать в роли типовой модели, и на ее основе могут быть разработаны сетевые графики на различных этапах производства продукции. Использование типового сетевого графика позволит значительно уменьшить трудоемкость построения конкретных сетевых моделей и сократить время их разработки.

Литература

1. Новицкий, Н. И. Сетевое планирование и управление производством : учеб.-практ. пособие / Н. И. Новицкий. – Минск : Новое знание, 2004.
2. Ильин, А. И. Планирование на предприятии : крат. курс / А. И. Ильин, С. В. Касько ; под ред. А. И. Ильина. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание, 2008. – 237 с.

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д. И. Купина

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель Т. М. Лобанова

Любые процессы, происходящие в экономике страны, будь то привлечение инвестиций, вовлечение в оборот неиспользуемого государственного имущества, приватизация, акционирование, не обходятся без осуществления оценочной деятельности, а во времена финансового кризиса она становится наиболее востребованной.

В связи с экономической ситуацией сложившейся в Республике Беларусь на протяжении последних лет на 2011–2013 гг. правительством разработан специальный план приватизации, в ходе реализации которого решено продать акции около трехсот отечественных открытых акционерных обществ. Согласно официальным данным, сегодня только 85 из них были оценены по рыночной стоимости, остальные же – по балансовой. Данный факт свидетельствует о недостаточно развитых подходах к оценке стоимости предприятий, ведь лишь рыночная стоимость позволяет обоснованно выставлять предприятия на торги либо открытые конкурсы по более высоким ценам.

Актуальность выбранной темы связаны с тем, что в проекте плана приватизации на текущий 2012 г. 133 предприятия [1]. Основными проблемами оценки рыночной стоимости предприятия в Республике Беларусь, на мой взгляд, являются, во-первых, низкий уровень теоретической проработки методов оценивания предприятия и не достаточно четкое определение методики расчета в законодательстве.

Во-вторых, высокий уровень неопределенности прогнозирования в условиях быстро меняющейся экономики.

В-третьих, неразвитость белорусского рынка ценных бумаг.

В-четвертых, ограниченность источников информации. То есть сильно затруднено использование сравнительного подхода, так как отсутствует база данных для сравнения предприятия с аналогами.

В-пятых, как уже упоминалось ранее, бухгалтерская оценка активов значительно занижена по сравнению с рыночной, поэтому необходима рыночная переоценка всех основных фондов и нематериальных активов и т. д. [2, с. 464].

В-шестых, непривлекательность инвестиционного и делового климата в Республике Беларусь. Притоку иностранных инвестиций в страну препятствует целый ряд факторов: нынешний валютный кризис, фактическое отсутствие у инвесторов, особенно иностранных, информации о приватизируемых объектах. Также не секрет, что основной проблемой для инвесторов является необходимость конкуренции в Беларуси с аналогичными государственными предприятиями, однако доминирование госсобственности в экономике страны инвесторы расценивают как огромный риск для их бизнеса.

В-седьмых, неэффективность хозяйственного механизма. Сегодня позиция, что предприятия ценны сами по себе, так как производит материальные ценности, обеспечивают население рабочими местами и поэтому на них всегда найдется покупатель, больше неактуальна и непродуктивна. Предприятия покупаются с целью получения прибыли путем производства определенной пользующейся спросом на внутреннем и внешнем рынках продукции. Органы же государственного управления ориентированы на рост количественных показателей, что приводит к выпуску неконкурентной импортной продукции, в результате чего растет отрицательное внешнеторговое сальдо.

В-восьмых, для всех крупных городов нашей страны до сих пор характерна индустриальная модель организации экономики с преобладанием полученных в наследство от советского прошлого промышленных гигантов. В частности, в Могилеве расположено 74 промышленных предприятий, многие из которых занимают ведущее место в экономике государства. Однако в то же время большинство из них не справляется с возложенными на них обязанностями и требует значительной финансовой поддержки. В частности проблемы связаны со значительным износом (76 %) и отсталостью технологического оборудования, а также низким уровнем загрузки производственных мощностей (78,2 %). Для преодоления сложившейся ситуации необходимо привлечение значительных вложений, что не возможно без адекватной оценки рыночной стоимости данных предприятий.

Таким образом, для совершенствования оценки рыночной стоимости предприятия необходимы значительные изменения в законодательстве, не допускающая вольных трактовок методика расчета (и регулярной переоценки) капитализации предприятий, необходимо провести ревизию предприятий и сформировать базу данных.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 13 октября 2006 г. № 615 (по состоянию на 2011 г.) стоимость объектов оценки может определяться с использованием [3]:

1. Рыночных методов оценки, в том числе:

– сравнительного метода, основанного на сравнении и учете отличий объекта оценки и аналогичных объектов, сходных с объектом оценки по основным экономическим, техническим, технологическим и иным характеристикам;

– доходного метода, основанного на расчете доходов, ожидаемых от использования объекта оценки в будущем, и преобразовании их в стоимость объекта оценки;

– затратного метода, основанного на определении затрат, необходимых для воспроизводства либо замещения объекта оценки с учетом его износа, или на разнице активов баланса и обязательств по пассивам баланса.

2. Иных методов оценки, в том числе:

– индексного метода, основанного на применении коэффициентов и (или) индексов к стоимости, принятой в качестве базы для определения оценочной стоимости объектов оценки, за исключением предприятий как имущественных комплексов;

– метода балансового накопления активов, основанного на использовании данных бухгалтерского учета на дату оценки и применяемого для определения оценочной стоимости предприятий как имущественных комплексов;

– метода кадастровой оценки, основанного на использовании сведений, содержащихся в государственном земельном и градостроительном кадастрах.

В таблице представлен сравнительный анализ трех традиционных подходов оценки стоимости предприятия [2, с. 76].

На основании представленных данных можно сделать вывод о том, что ни один из них не может быть использован в качестве основного.

Затратный подход обладает исключительной универсальностью, теоретически любой экономической объект поддается оценке этим подходом. Это объясняется тем, что при затратном подходе в качестве меры стоимости принимается сумма затрат на создание и последующую продажу объекта, т. е. его себестоимость.

Доходный метод наиболее точно отражает стоимость компании именно как бизнеса, т. е. работающего механизма, приносящего прибыль. Однако использование прогнозных данных не дает полной уверенности в достоверности расчетов.

Методы сравнительного подхода особенно эффективны при существовании активного рынка сопоставимых объектов. Если же рыночная информация бедна, сделки купли-продажи нерегулярные, рынок слишком монополизирован, то оценки этими методами становятся неточными, а иногда и невозможными. Тем не менее, именно данный подход дает представление о действительно рыночной стоимости объекта [5].

Таким образом, только комплексное использование указанных подходов и их сравнительная оценка может позволить получить наиболее точную информацию о рыночной стоимости предприятия.

Сравнительный анализ подходов к оценке стоимости предприятий

| Подход | Преимущества | Недостатки |
|-----------|--|---|
| Затратный | Учитывает влияние производственно-хозяйственных факторов на изменение стоимости активов. Дает оценку уровня развития технологии с учетом степени износа активов. Расчеты опираются на финансовые и учетные документы, т. е. результаты оценки более обоснованы | Отражает прошлую стоимость. Не учитывает рыночную ситуацию на дату оценки. Не учитывает перспектив развития предприятия. Не учитывает риски. Статичен. Отсутствуют связи с настоящими и будущими результатами деятельности предприятия |
| Доходный | Учитывает будущие изменения доходов, расходов. Учитывает уровень риска (через ставку дисконта). Учитывает интересы инвестора | Сложность прогнозирования будущих результатов и затрат. Возможно использование нескольких норм доходности, что затрудняет принятие решений. Не учитывает конъюнктуру рынка. Трудоемкость расчетов |

Окончание

| Подход | Преимущества | Недостатки |
|-----------------------------|---|---|
| Рыночный (сравнительный) | Базируется на реальных рыночных данных. Отражает существующую практику продаж и покупок. Учитывает влияние отраслевых (региональных) факторов на цену акций предприятия | Недостаточно четко характеризует особенности организационной, технической, финансовой подготовки предприятия. В расчет принимается только ретроспективная информация. Требует внесения множества поправок в анализируемую информацию. Не принимает во внимание будущие ожидания инвесторов |

Литература

1. Кот, А. В Беларуси подходы к оценке стоимости предприятий планируется изменить / А. Кот. – 2 февр.
2. Есипов, В. Е. Оценка бизнеса / В. Е. Есипов, Г. А. Маховикова, В. В. Терехова. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 464 с. : ил.
3. О внесении изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь от 13 окт. 2006 г., № 615 : Указ Президента Респ. Беларусь от 06.08.2010, № 410.
4. Режим доступа: <http://www.market-pages.ru>.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ

А. В. Крупкина

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Пузанова

Оптимизация управления запасами – мощнейший ресурс повышения эффективности всех аспектов коммерческой и промышленной деятельности предприятия. Оборотные средства в производственных запасах составляют подавляющую часть оборотных производственных фондов (в среднем около 70 %). Даже небольшое снижение уровня сверхнормативных запасов и ускорение оборачиваемости товарно-материальных ценностей позволяют добиться существенного увеличения рентабельности, улучшения ликвидности и платежеспособности предприятия.

С точки зрения практики проблема управления запасами является чрезвычайно серьезной. Потери, которые несут предприятия (особенно промышленные) вследствие нерационального управления запасами, очень велики. Ситуация, когда запас мал, недостаточен, может привести к нарушению ритмичности производства, росту себестоимости продукции, срыву сроков выполнения работ по договорам, потере прибыли. Однако же крайне нежелательной является и ситуация, когда запас чрезмерно велик. В этом случае происходит «замораживание» оборотных средств организации. В результате те деньги, которые могли бы приносить доход, находятся на складах в виде запасов сырья, материалов, комплектующих. Такая ситуация требует разработки разнообразных моделей управления запасами.

Управление запасами как элементом оборотных активов с точки зрения высшего менеджмента – это балансирование между двумя целями, взаимоисключающими друг друга: сокращение совокупных затрат, направленных на содержание запасов, и обеспечение максимальной надежности производственного процесса.

Эффективное управление запасами позволяет снизить продолжительность производственного цикла, уменьшить текущие затраты на их хранение, высвободить из текущего хозяйственного оборота часть финансовых средств, реинвестируя их в другие активы. Обеспечение этой эффективности достигается за счет разработки и реализации специальной политики управления запасами.

Политика управления запасами представляет собой часть общей политики управления оборотными активами предприятия и заключается в оптимизации общего размера и структуры запасов товарно-материальных ценностей, минимизации затрат по их обслуживанию и обеспечении эффективного контроля за их движением.

Существуют различные экономико-математические модели, на основе которых можно принимать решения по управлению запасами. Для выработки качественных управленческих решений следует индивидуально подходить к выбору модели для каждого элемента производственных запасов исходя из сложившихся условий их формирования и потребления на предприятии. С этой целью необходимо выделять в производственных запасах группы материалов:

- поступающие на предприятие-потребитель с прослеживаемой периодичностью;
- поступающие на потребляющее предприятие неравномерно.

Такое разделение возможно осуществлять либо по статистике поступления, либо по стране приобретения материалов. В последнем регулярность может быть нарушена из-за территориального размещения предприятия-производителя материала и предприятия – потребителя, в случае чего возможны срывы и задержки при транспортировке.

Оптимизации запаса – нахождение такой их величины, при которой:

- затраты по их поддержанию минимальны;
- величина запасов достаточна для устойчивой работы корпорации.

Затраты, связанные с поддержанием запасов, включают в себя затраты по хранению, размещению и выполнению заказов.

Затраты по хранению, в основном, увеличиваются прямо пропорционально среднему размеру запасов. Величина таких затрат может быть определена следующим образом:

$$Z_{\text{хр}} = \frac{\text{РПП}}{2} C_x,$$

где РПП – средний размер одной партии; C_x – стоимость хранения единицы товара в рассматриваемом периоде.

Затраты по размещению и выполнению заказов в большинстве случаев являются постоянными. Величина затрат по выполнению заказов будет определяться формулой

$$K = \frac{Q}{\text{РПП}} \text{ЧС}_{\text{рз}},$$

где Q – годовая потребность в запасах; $\text{ЧС}_{\text{рз}}$ – средняя стоимость одного заказа.

Тогда общие затраты по поддержанию запасов будут равны

$$Z_o = Z_{\text{хр}} + K.$$

Многообразие реальных ситуаций привело к необходимости разработки огромного числа вариантов решения задачи определения оптимальной величины запасов.

Величину запаса для материалов первой группы можно определить с помощью детерминированных многономенклатурных моделей, так как складские системы промышленных предприятий содержат от нескольких десятков до нескольких тысяч номенклатур. В такой модели в свою очередь возможны два случая:

1. При отсутствии взаимодействия между запасами различных видов продукции (материалы приобретаются из разных источников) затраты L в единицу времени для системы, включающей N видов хранимой продукции, вычисляются по формуле

$$L = \sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i v_i}{q_i} + \frac{s_i q_i}{2} \right),$$

где v – интенсивность потребления (спрос в единицу времени); q – величина партии заказа; s – издержки на хранение единицы продукции в единицу времени.

Откуда, используя необходимый признак экстремума, находим оптимальную величину заказа:

$$q_i^* = \sqrt{\frac{K_i v_i}{s_i}} \text{ и } r_i^* = \sqrt{\frac{2K_i}{v_i s_i}} \quad (i = \overline{1, N}),$$

где r – интервал времени между поставками ($r = q/v$).

Минимальные издержки в единицу времени составляют:

$$L^* = \sum_{i=1}^N \sqrt{2K_i s_i v_i}.$$

2. При пополнении запасов из одного источника часто несколько заказов объединяются. Суммарные издержки размещения N заказов считаются равными $K_0(1 + \gamma N)$, где K_0 – фиксированные издержки, не зависящие от числа номенклатур; $\gamma (0 \leq \gamma \leq 1)$ – доля издержек заказа, связанных с размещением его на каждой номенклатуре.

Период размещения заказа по всем номенклатурам будет общим. Издержки размещения заказов и содержание запасов в единицу времени:

$$L = \frac{K_0(1 + \gamma N)}{r} + \frac{1}{2} r \cdot \sum_{i=1}^N s_i v_i.$$

$$\text{Отсюда: } r^* = \sqrt{\frac{2K_0(1 + \gamma N)}{\sum_{i=1}^N s_i v_i}}; \quad q_i^* = v_i r_i^* \quad (i = \overline{1, N}).$$

Для второй группы материалов для обеспечения бесперебойного снабжения заказ должен подаваться в момент, когда уровень запаса достаточен для удовлетворения потребности на время выполнения заказа. Этот уровень называется точкой возобновления заказа, которая определяется по формуле

$$T_3 = P_3 \cdot T_{\text{ц}} + Z_p,$$

где P_3 – средний расход товара в расчете на единицу продолжительности заказа; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла заказа (временной интервал между размещением заказа и его получением); Z_p – размер резервного (гарантийного) запаса.

В ряде сложных случаев приходится прибегать к методам имитационного моделирования системы, чтобы получить достаточно надежное решение.

Оперативное отслеживание фактически имеющихся запасов на складах предприятия для их своевременного пополнения возможно реализовать при помощи программных продуктов компании «1С», позволяющих автоматизировать оперативный учет запасов, а именно:

- 1) в любой момент времени видеть изменения уровня запасов;
- 2) автоматизировать складской учет;
- 3) контролировать движение товарно-материальных ценностей;
- 4) автоматизировать расчеты с контрагентами.

Разработанная методика определения неработающих запасов с использованием программы «1С» является одним из наиболее простых решений и может быть усовершенствована с целью выявления резервов в развитии хозяйственной деятельности, реализация которых даст возможность снизить издержки по содержанию самих запасов и, соответственно, повысить эффективность производства.

В частности, компонента «Оперативный учет» в составе системы «1С: Предприятие» предназначена для учета наличия и движения средств в самых различных разрезах в реальном времени. Она используется для учета запасов товарно-материальных ценностей, взаиморасчетов с контрагентами и т. д. Компонента позволяет отражать в учете операции хозяйственной жизни предприятия непосредственно в момент их совершения. Это дает возможность лицу, принимающему решение, увидеть ситуацию в целом, не дожидаясь формирования традиционной отчетности в конце анализируемого периода, когда принимать управленческие решения может оказаться уже поздно.

Таким образом, с помощью комплекса «1С» менеджер предприятия может иметь оперативный доступ к достоверной информации и принимать компетентные управленческие решения.

В данной работе описанный подход применялся для управления производственными запасами по основным видам материалов на примере ОАО «Могилевский завод «Электродвигатель». Применение описанных моделей и программных продуктов позволило получить следующие результаты:

- сокращение финансовых средства на организацию производственных запасов за счет оптимизации размера заказа;
- уменьшение времени пребывания материальных запасов на складах, что уменьшает потребность в оборотных средствах;
- снижение объема производственных запасов в среднем в 1,5–2 раза;
- повышение эффективности использования оборотных средств, складских площадей, что позволит ускорить оборачиваемость в 1,2–1,3 раза (с 5,2 до 6,3).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УПРОЩЕННОЙ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. М. Гринько, Е. Г. Кишея

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Беларусь.

Научный руководитель Т. А. Вerezубова

Республика Беларусь находится на очень важном и в то же время очень сложном этапе развития. И так как предпринимательство является далеко не маловажной составляющей государственной политики, а во многом и основополагающей для государства, то именно налогообложение этой отрасли национальной экономики стало объектом изучения в данной работе.

Целью нашей работы является анализ развития упрощенной системы налогообложения и его влияние на развитие малого предпринимательства в Республике Беларусь.

В качестве основных методов исследования при выполнении данной работы были выбраны систематизация и логическое обобщение, табличный метод, сравнительный анализ и аналитический метод.

Субъекты малого и среднего предпринимательства наиболее чувствительны к реализуемой в стране политике их налогообложения. Как показывает практика последних лет, положительно сказалось на развитии малого и среднего бизнеса введение особого режима в виде упрощенной системы налогообложения, в основе которой лежит теория единого налога, представляющего собой единственный, исключительный налог на один определенный объект налогообложения (земля, расходы, недвижимость, доходы, капитал и т. д.).

Специальные режимы налогообложения позволяют снизить издержки малого бизнеса на уплату налогов и тем самым улучшают экономическую среду и создают стимулы для его развития. Также упрощенная система налогообложения предоставляет ряд преимуществ субъектам малого предпринимательства: снижение налоговой нагрузки для субъектов хозяйствования, не надо иметь большой штат сотрудников бухгалтерии, возможность уплачивать только один налог вместо целой группы налогов и платежей, более простой способ исчисления налога, меньшее количество деклараций для предоставления в инспекции по налогам и сборам по сравнению с традиционным бухгалтерским учетом, возможность не вести традиционный бухгалтерский учет и др.

Более того, можно говорить об эффективном использовании упрощенной системы налогообложения с пониженными ставками 5 и 3 % на селе.

Упрощенная система налогообложения в Республике Беларусь за последние несколько лет претерпела ряд усовершенствований: переход с патентной формы на обложение налогом валовой выручки (дохода), изменение критериев для возможного использования упрощенной системы.

По состоянию на 1 августа 2011 г. на территории республики зарегистрировано 117322 субъекта хозяйствования, применяющих упрощенную систему налогообложения, что на 12,5 % больше, чем по состоянию на 1 января 2011 г. (104241 плательщик), и на 49,1 % больше, чем по состоянию на 1 января 2010 г. (78710 плательщиков). В свою очередь, к 1 марта 2012 г. число плательщиков составило более 128 тысяч. При этом из общего числа организаций – субъектов малого предпринимательства упрощенную систему налогообложения применяют 51,6 %.

Основными организациями, кому выгодно применять упрощенную систему налогообложения являются организации: выполняющие работы и оказывающие услуги собственными силами; оказывающие работы и услуги с высокой рентабельностью; выпускающие продукцию с высокой трудоемкостью и низкой материалоемкостью. В данных организациях, как правило, сумма предъявленного поставщиками НДС значительного ниже суммы НДС, исчисленной от выручки, полученной за выполненные работы и оказанные услуги. Поэтому в случае перехода на упрощенную систему налогообложения без уплаты НДС отпадает надобность в его уплате, что значительно уменьшает налоговую нагрузку. Однако, организации, применяющие упрощенную систему налогообложения, являющиеся и не являющиеся плательщиками НДС, находятся в неравных условиях при исключении из выручки НДС. Упрощенная система выгодна небольшим фирмам, работающим с покупателями, которым неважно: указан ли НДС в стоимости покупки. Но организациям, работающим с поставщиками, у которых большой оборот, это невыгодно, так как НДС при этом не будет выделен и принят к вычету, что повлечет уменьшение стоимости продукции.

Тем не менее, в Республике Беларусь существуют еще нерешенные проблемы и спорные вопросы при применении упрощенной системы налогообложения: недостаточное законодательное стимулирование, высокие ставки налогообложения, низкая оперативность изменения налоговых платежей в случае изменения экономического положения в стране, отсутствие специфических особенностей применения в различных отраслях, повышение желаний субъектов хозяйствования скрывать свои реальные доходы по выручке.

Поэтому в Беларуси отмечается существенная работа, направленная на постоянное совершенствование законодательства системы упрощенного налогообложения. В настоящее время упрощенная система налогообложения в нашей стране регулируется главой 34 Налогового Кодекса Республики Беларусь.

В соответствии с последними изменениями законодательства применять упрощенную систему налогообложения организации и индивидуальные предприниматели вправе при одновременном соблюдении критериев средней численности работников и валовой выручки в течение первых девяти месяцев года, предшествующего году, с которого претендуют на ее применение.

Динамика изменения показателей применения упрощенной системы налогообложения

| Субъекты хозяйствования | Размер валовой выручки за отчетный период (млн р.) | | Объект налогообложения | Ставка | | Численность работников, чел. |
|--|--|-------|--------------------------------|--------|------|------------------------------|
| | 2011 | 2012 | | 2011 | 2012 | |
| Организации и индивидуальные предприниматели | 3090,15 | 12000 | Валовая выручка с уплатой НДС | 6 % | 5 % | 100 |
| Организации и индивидуальные предприниматели | 1177,2 | 3400 | Валовая выручка без уплаты НДС | 8 % | 7 % | 15 |
| Организации и индивидуальные предприниматели (валовой доход) без НДС | 1177,2 | 3400 | Валовой доход без уплаты НДС | 15 % | 15 % | 15 |
| Организации и индивидуальные предприниматели (с местом нахождения в сельских населенных пунктах) | 3090,15 | 12000 | Валовая выручка с уплатой НДС | 3 % | 3 % | 100 |
| Организации и индивидуальные предприниматели (с местом нахождения в сельских населенных пунктах) | 1177,2 | 3400 | Валовая выручка без уплаты НДС | 5 % | 5 % | 15 |

Примечание. Источник: собственная разработка.

Также в целях стимулирования экспорта товаров (работ, услуг), имущественных прав субъектов малого предпринимательства в 2011 г. введена пониженная ставка налога в 2 % (отмена данной ставки пока не предусматривается). С 2012 г. туристическая деятельность исключена из видов деятельности, не позволяющих применять упрощенную систему, а курсовые разницы, возникающие при переоценке иностранной валюты и обязательств, выраженных в иностранной валюте не включаются в налоговую базу для исчисления налога при упрощенной системе.

Если говорить о дальнейшем совершенствовании упрощенной системы налогообложения на 2013 г., то следует учитывать возможность устранения множественности ставок налога при упрощенной системе налогообложения, что приведет к снижению основной ставки этого налога. Дальнейшие изменения в законодательстве будут учитывать предложения плательщиков, а также вопросы, которые касаются порядка определения объекта обложения и исчисления налоговой базы при упрощенной системе.

Таким образом, результаты работы свидетельствуют о том, что упрощенная система является одной из перспективных форм налогообложения, способствующих развитию малого и среднего бизнеса в Беларуси. Использование данной системы без уплаты НДС более эффективно в сфере оказания услуг, в связи с невысоким уровнем предъявляемого поставщиками НДС. А сокращение налоговой нагрузки, простота расчета налога, упрощение ведения учета и ряд других факторов делают данную систему оптимальной для использования на малых и средних предприятиях.

В связи с существованием спорных вопросов применения данной системы, ведется ее дальнейшее совершенствование с учетом опыта прошлых лет, что позволит создать условия для дальнейшего стимулирования сферы частного предпринимательства в Республике Беларусь.

МАЛЫЙ БИЗНЕС КАК БУДУЩЕЕ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Д. И. Левицкий

Государственное учреждение образования «Гомельский инженерный институт МЧС Республики Беларусь», г. Гомель, Беларусь

Научный руководитель В. Ф. Прибылев

Одним из актуальным суждений отдельных ученых экономистов является то, что на смену очень крупным предприятиям (в определенный переходный период наряду с данным положением) в экономику Республики Беларусь должен прийти малый и средний бизнес. С помощью его будет решаться насыщенность рынка, тенденция к устойчивости цен, налаживаться совершенная конкуренция.

О роли малого бизнеса в настоящее время можно судить приведенным данным. По статистической информации насчитывается около 60000 частных предприятий. Малый бизнес в Беларуси приносит экономике около 10 % ВВП, а удельная выручка составляет чуть более 20 %. Большая часть предприятий малого бизнеса в Беларуси работает в сфере общественного питания. Доля частных предприятий, которые работают в сельском хозяйстве, производственной деятельности, связи и транспорте на порядок меньше.

Проблема развития малого бизнеса и соответствующего предпринимательства связана во многом и с чистой теорией. Здесь в основном проявляется нормативный подход к рассмотрению экономических процессов. Как известно, нормативная экономика олицетворяет оценочные суждения каких-то людей (ученых, чиновников) относительно того, какой должна быть экономика (в том числе малый бизнес) или какую конкретную акцию следует рекомендовать, основываясь на определенной экономической теории. Отсюда возникает ряд частных вопросов: с валютным регу-

лированием; выпуском арендуемых объектов; относительно не равным положением частных фирм по отношению к государственным; различным запретом в найме рабочей силы; с затяжной и дорогой ликвидацией фирм по вине вышестоящих организаций; специфической трактовке налоговой политике по отношению к той же России и др. Преобладание этого подхода приводит к довольно значительной зарегулированности малого предпринимательства.

Напротив позитивный подход основан на формировании научных представлений об экономическом поведении. Позитивная экономика изучает то, что есть, тогда как нормативная экономика выражает субъективные представления о том, что должно быть. В этом случае становится важным детальный анализ, мониторинг малого бизнеса, экономический эксперимент, составление научно-обоснованных моделей поведения частного предпринимателя.

Весьма актуальным является принятие на вооружение металогического подхода, основанного на идеях философии индивидуализма и прагматизма (прописанных даже в учебной литературе), согласно которым важно учитывать, в первую очередь, в малом бизнесе: желание, интерес, потребности, предпочтения производителя. Таким образом, малый бизнес реализован по принципу «невидимой руки», не нанося вреда общественным интересам.

В заключение в сложившейся ситуации можно предложить отдельные пути решения развития малого бизнеса в Беларуси:

1. Увеличение занятости, в данном секторе экономики; усиление деловой активности как один из резервов решения ключевых экономических и социальными целями общества.

2. Эффективное разделение на уровне государственной экономической политики, т. е. более четкое решение проблемы допуска определенных отраслей экономики на уровень негосударственной формы собственности.

3. Государство могло бы также взять на себя часть расходов тех граждан, которые приняли решение начать свой малый бизнес в первую очередь в наукоемком производстве.

4. Развитие предпринимательской культуры в области ведения бизнеса и во взаимоотношении бизнеса, общества и государства.

5. Создание благоприятной для малого бизнеса налоговой политики.

6. Создание системы сотрудничества крупных и малых предприятий.

7. Равномерное территориально размещение объектов инфраструктуры малого предпринимательства.

На наш взгляд, основной упор в экономике Беларуси должен быть сосредоточен на мелком и среднем предпринимательстве. С этой целью необходимо лучше изучать опыт в этом направлении стран единого экономического пространства, а также развитых стран.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАСХОДАМИ НА ТОПЛИВО И РАСХОДАМИ НА ПОСЛЕДУЮЩИЕ РЕМОНТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. С. Рагач

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

Научный руководитель Н. Ф. Зеньчук

Физический износ автотранспортного средства, вызывающий потребность в последующем восстановлении его работоспособности, т. е. в ремонтах и замене, происходит в основном в процессе его передвижения. Для выполнения передвижения затрачивается топливо. Таким образом, существует прямая взаимосвязь между рас-

ходами на топливо, объемом выполненной работы, величиной износа подвижного состава и расходами на его ремонты и замену.

Способ определения ремонтных расходов пропорционально расходам на топливо может быть применен в решении технико-экономических и оптимизационных задач. Данный способ является более простым, и в ряде случаев более адекватным по сравнению с методом расчета по нормативам, требует меньше исходной информации и меньше вычислений.

О существовании взаимосвязи между расходами на топливо и расходами на последующие ремонты подвижного состава известно давно. Уже в конце XIX начале XX в. ее обосновывали и применяли в технико-экономических расчетах на железнодорожном транспорте Б. Д. Воскресенский, А. Л. Васютынский, Ю. В. Ломоносов и др. Позднее данная взаимосвязь, также применительно к железнодорожному транспорту, нашла отражение в исследованиях М. М. Протодяконова, А. Е. Гибшмана, Г. И Черномордика, П. А. Лугового, Л. Г. Цыпина, Н. Д. Малькевича и других. В технико-экономических расчетах на автомобильном транспорте взаимосвязь между расходами на ремонты подвижного состава и расходами на топливо не получила такого широкого применения, как на железнодорожном, поэтому ее исследование применительно к автотранспорту представляет особый интерес.

Устойчивость соотношения ремонты–топливо по отношению к изменению условий эксплуатации. Физический износ автотранспортного средства, происходит в основном в процессе его передвижения, а точнее говоря, в процессе преодоления сил сопротивления движению. Сила сопротивления движению количественно зависит от скорости движения, массы транспортного средства и груза, конструкции транспортного средства, типа дорожного покрытия и других условий.

Произведение результирующей силы сопротивления движению транспортного средства на расстояние передвижения называется механической работой сил сопротивления движению. Расходы, связанные с физическим износом транспортного средства напрямую зависят от выполняемой механической работы сил сопротивления движению.

Силы сопротивления движению преодолеваются за счет силы тяги, создаваемой двигателем транспортного средства. Произведение касательной силы тяги транспортного средства на колесе на расстояние передвижения называется механической работой сил тяги. Механическая работа сил тяги может быть произведена только в результате потребления транспортным средством топлива (или электроэнергии). Таким образом, расход топлива пропорционален механической работе сил тяги.

Известно, что на отдельно взятых отрезках пути механическая работа сил сопротивления движению может не совпадать количественно с механической работой сил тяги. Но для поездки в целом механическая работа сил сопротивления (с учетом механической работы сил торможения, создающих дополнительное сопротивление движению) равна механической работе сил тяги.

Таким образом, расходы, связанные с износом подвижного состава пропорциональны расходам на топливо. Между расходами по износу пути и подвижного состава и расходами на топливо существует устойчивое соотношение (соотношение ремонты–топливо). При изменении условий эксплуатации, в частности скорости движения, массы перевозимого груза, типа дорожного покрытия, количества остановок и др. изменяется величина сил сопротивления движению, и соответственно изменяется величина требуемой для ее преодоления силы тяги. Для того чтобы произвести больший износ транспортного средства необходимо затратить больше топлива. Но соотношение между расходами на топливо и расходами по износу подвижного состава остается постоянным.

Устойчивость соотношения ремонты–топливо по отношению к экономическим факторам. В условиях рыночной экономики из года в год наблюдается инфляционное повышение цен. Поскольку в результате инфляции растут цены и на топливо и на ремонт, то соотношение ремонты–топливо остается неизменным.

Известно, что во время инфляции цены на разные товары растут разными темпами. Но на величину соотношения ремонты–топливо не оказывает значительного влияния такое явление, как изменение цен на ресурсы, и, в частности, рост цен на энергоносители, который имеет место на протяжении длительного времени в Республике Беларусь. Удорожание энергоносителей в условиях рыночной экономики ведет в большинстве случаев к удорожанию всех товаров, производимых в экономике, в том числе запчастей и материалов, поскольку энергоносители используются при их производстве и транспортировке. Таким образом, повышение цен на энергоносители ведет к пропорциональному удорожанию ремонтов.

Конечно, значение соотношения ремонты–топливо может изменяться в результате этого, но изменения эти незначительны. Существенное изменение величины соотношения ремонты–топливо может происходить только при серьезных качественных изменениях в национальной экономике, а такие изменения, как правило, не происходят быстро, в короткие сроки. Поэтому можно утверждать, что соотношение ремонты–топливо сохраняется неизменным либо изменяется незначительно на протяжении длительного времени.

Характерной чертой современного рынка является то, что в продаже имеются детали одного и того же наименования, но разного качества и, соответственно, разные по цене, поскольку они произведены разными производителями. Однако можно предположить, что какие бы детали ни использовались при ремонте автомобиля, соотношение ремонты–топливо от этого не изменится. Дело в том, что цена детали на рынке в основном зависит от ее ресурса, от того, сколько она проработает, прежде чем выйдет из строя. Дешевая деталь работает меньше, т. е. до того момента, как она выйдет из строя, будет израсходовано меньше топлива. И наоборот, более дорогая деталь имеет больший ресурс работы, и до выхода ее из строя будет затрачено больше топлива. Таким образом, сам механизм рыночного ценообразования способствует тому, что соотношение ремонты–топливо является устойчивым.

Фактическое значение соотношения ремонты–топливо на автомобильном транспорте в современных экономических условиях Республики Беларусь. В таблице отражены значения соотношения ремонты–топливо, рассчитанные на основе сводных статистических данных о расходах автотранспортных предприятий с 2003 по 2010 г. (за 2006 и 2007 гг. данные отсутствуют).

Из таблицы видно, что соотношение ремонты–топливо не имело значительных изменений на протяжении восьми рассматриваемых лет, несмотря на значительные изменения в экономике Республики Беларусь, произошедшие за такой продолжительный период времени.

Соотношение ремонты–топливо для экономических условий Республики Беларусь

| Год | 2003 | 2004 | 2005 | 2008 | 2009 | 2010 | Среднее |
|----------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Грузовые | 0,26 | 0,27 | 0,26 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,25 |
| Автобусы | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,21 | 0,22 | 0,28 | 0,23 |

Судя по данным в таблице соотношение ремонты–топливо не увеличивается и не уменьшается со временем. Его изменения носят случайный характер и колеблются по каждому типу подвижного состава вокруг какого-то среднего значения. Для грузовых автомобилей соотношение за рассматриваемый период изменяется в диапазоне 0,23–0,27, среднее значение равно 0,25. Для автобусов соотношение изменяется в диапазоне 0,21–0,28, среднее значение равно 0,23.

При этом по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь с 2003 по 2010 г. номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в стране выросла в 4,9 раза, грузооборот автомобильного транспорта вырос в 2 раза, пассажирооборот автомобильного транспорта (автобусы) не изменился, цены на продукцию производственно-технического назначения выросли в 3,3 раза. Можно утверждать, что за это время в некоторой степени изменился и модельный ряд подвижного состава.

Закономерным является вопрос, как сильно различаются значения соотношения ремонты–топливо для конкретных предприятий и для конкретных марок автомобилей. Исследования по отдельным конкретным предприятиям показали, что значения соотношения ремонты–топливо для некоторых из них значительно отличаются от средне-республиканского. Причина заключается в том, что на некоторых предприятиях, в частности в крупных государственных автопарках, ремонты и техническое обслуживание осуществляются в целом планомерно; на других же предприятиях – по результатам диагностики или когда есть денежные средства, т. е. от случая к случаю.

На тех предприятиях, где количество подвижного состава сравнительно небольшое и где ремонты подвижного состава производятся «от случая к случаю», соотношение ремонты–топливо, рассчитанное по годовым данным, может значительно отличаться от среднего по стране. Дело в том, что топливо необходимо затрачивать для выполнения работы сразу, а ремонты можно осуществлять с отсрочкой, причем отсрочка может быть больше года. Поэтому за тот год, когда предприятие «сэкономило» на ремонтах, значение соотношения ремонты–топливо для этого предприятия будет ниже среднего по стране. Однако износ транспортного средства при этом накапливается, и денежные средства, сэкономленные на ремонте в данном году, все равно придется сполна отдать за ремонты в последующие годы. В эти последующие годы соотношение ремонты–топливо для данного предприятия будет выше среднего по стране. Если же рассматривать сумму расходов в целом за срок службы транспортного средства или просто за достаточно продолжительный период времени, соотношение ремонты–топливо будет равно среднему по стране.

Таким образом, соотношение ремонты–топливо является устойчивым во времени, может быть использовано при выполнении технико-экономических и оптимизационных расчетов, в частности, для решения задач, в которых необходим учет влияния на эксплуатационные расходы таких факторов, как скорость движения и режимы ведения транспортного средства, потери при торможениях и др.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С. Л. Плесская

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Ценовая политика является одним из механизмов повышения конкурентоспособности предприятия в условиях рыночной экономики.

Ценовая политика предприятия определяется в первую очередь его собственным потенциалом, технической базой, наличием достаточного капитала, квалифицированных кадров, современной, передовой организацией производства [1].

Ценовую политику предприятия в широком смысле можно охарактеризовать как совокупность экономических и организационных мер, направленных на достижение с помощью цен лучших результатов хозяйственной деятельности, на обеспечение устойчивого сбыта и получение достаточной прибыли. Также ценовая политика предполагает взаимосвязанный учет необходимости возмещения затрат и получения планируемой прибыли, ориентацию на состояние спроса и конкуренции [2].

Непосредственно разработка ценовой политики на предприятии подразумевает анализ рынка, отрасли, конкурентов, разработку стратегий и выбор метода ценообразования, а также тесное взаимодействие маркетинговой, экономической служб предприятия для осуществления полного учета всех факторов внешней и внутренней среды.

Многоаспектность ценовой политики обуславливает сложность определения и установления целей и стратегий ценообразования, поэтому актуальным является вопрос об эффективной организации процесса ценообразования на предприятии.

В этой связи нами было проведено исследование ценовой политики РУП Гомельский завод «Гидропривод».

Ценовая политика предприятия основывается на Законе Республики Беларусь «О ценообразовании» от 1999 г № 255-3 (в редакции от 31 декабря 2009 г.), Постановлении Министерства Экономики Республики Беларусь № 210/161/151 «Об утверждении основных положений по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг)», которое с 2011 г. носит рекомендательный характер.

Согласно названным нормативным документам отпускные цены на продукцию производственно-технического назначения, товары народного потребления и тарифы на услуги (работы) формируются на предприятии на основе плановой себестоимости.

Одной из проблем реализуемой предприятием ценовой политики является практическое отсутствие каких-либо мер по стимулированию спроса и оплаты продукции для предприятий Республики Беларусь (исключая ПО «МТЗ»), что является сдерживающим фактором при реализации продукции, а также одной из причин роста дебиторской задолженности.

Не менее важной проблемой, на наш взгляд, является использование предприятием исключительно затратного метода ценообразования. Безусловно, затратный метод является наиболее простым и удобным при определении отпускных цен, полностью обеспечивает покрытие затрат на производство, однако, существенным недостатком этого метода является его ориентированность только на внутривыпускные факторы хозяйственной деятельности.

В этой связи можно сделать вывод, что ценовая политика РУП ГЗ «Гидропривод» недостаточно проработана, требует совершенствования и разработки более гибкой, продуманной системы скидок, которая будет стимулировать потребителей к большим объемам покупок и своевременному погашению дебиторской задолженности.

Нами предложено использовать при расчете отпускной цены метод ориентации на конкурентов, что позволит учитывать не только издержки производства продукции, но также и уровень цен на рынке.

Формирование цены согласно описываемому методу предполагает изучение цен на аналогичные товары конкурентов, потребительского спроса и расчет вероятности получения заказа. Учет всех внешних и внутренних факторов дает возможность определения объективной цены предложения.

В качестве примера рассмотрим возможные цены на кран блокировки, реализуемый предприятием по рыночной цене 61190 р. Предположим, что при покупке

заказчик желает приобрести партию данных изделий по цене на 15 % ниже рыночной цены. Значит верхний предел цены предложения составит 45893 р. ($0,75 \cdot 61190$ р.), а нижний предел – 27536 р. (переменные затраты). Итоговые данные расчета по изданию представлены в таблице.

Итоговые данные расчетов

| | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Возможные цены предложения, р. | 27 600 | 30 000 | 32 000 | 37 000 | 40 000 | 45 893 |
| Переменные затраты, тыс. р. | 27 536 | 27 536 | 27 536 | 27 536 | 27 536 | 27 536 |
| Валовая прибыль, тыс. р. | 65 | 2 465 | 4 465 | 9 465 | 12 465 | 18 358 |
| Снижение по сравнению с рыночной ценой, % | 55 | 51 | 48 | 40 | 35 | 25 |
| Вероятность получения заказа, % | 95 | 75 | 50 | 40 | 30 | 10 |
| Вероятная прибыль, тыс. р. | 62 | 1 849 | 2 233 | 3 786 | 3 740 | 1 836 |

Вероятная прибыль определяется умножением подсчитанной выше вероятности получения заказа при указанных ценах предложения на валовую прибыль, получаемую при той же цене ($19000 \cdot 95/100 = 18050$ р.).

Таким образом, наиболее приемлемым является вариант реализации товара по цене 37000 р., что дает возможность снижения цены до 35–40 %. Это будет способствовать продвижению товара как на отечественном, так и на зарубежном рынке и получению большей прибыли предприятия.

Литература

1. Баздникин, А. С. Цены и ценообразование : учеб. пособие / А. С. Баздникин. – М. : Юрайт-Издат, 2009. – 332 с.
2. Ерухимович, И. Л. Ценообразование : учеб.-метод. пособие / И. Л. Ерухимович. – К. : МАУП, 2009. – 108 с.
3. Ценообразование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pricinginfo.ru>.

БЕНЧМАРКИНГ КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. В. Полякова

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

Научный руководитель И. В. Башлакова

За последние десять лет бенчмаркинг стал одним из эффективных и признанных методов совершенствования бизнеса и входит в число самых популярных инструментов управления. Данные различных зарубежных исследований свидетельствуют о вовлечении в процесс эталонного сопоставления от 60 до 90 % компаний. В России уже появляются фирмы, использующие бенчмаркинг в качестве элемента стратегии повышения конкурентоспособности, но пока таких компаний единицы. Однако потенциал бенчмаркинга велик, и в ближайшее время эталонное сопоставление займет свое законное место в арсенале менеджеров [1].

Бенчмаркинг – это, во-первых, сравнение своих показателей с показателями других организаций: конкурентами и организациями-лидерами, и, во-вторых, изучение и применение успешного опыта других у себя в организации.

Методика проведения бенчмаркинга.

Успех проекта бенчмаркинга заключается в строгом соблюдении и ответственном выполнении каждого из его этапов. Алгоритм эталонного сопоставления не имеет строгой регламентации. Предлагается методика бенчмаркинга, включающая семь этапов:

- оценка организации и определение областей для улучшений;
- определение предмета эталонного сопоставления;
- поиск эталонной компании и выбор формы эталонного сопоставления;
- сбор информации;
- анализ информации, определение ограничений по реализации проекта и разработка плана внедрения;
- внедрение полученного опыта в деятельность организации;
- повторная самооценка и анализ улучшений.

Рассмотрим каждый этап подробнее:

1. *Оценка организации и определение областей для улучшений.* Предполагает диагностику организации, определение ключевых показателей деятельности. Информация, полученная в ходе оценки, является базой для сравнения с конкурентами или эталоном и позволяет выявить сильные и слабые стороны деятельности организации. Области, где показатели заметно отстают от конкурентных или эталонных, представляют собой возможный объект для бенчмаркинга.

Существует множество подходов к диагностике состояния организации. Для эффективного проведения процессного эталонного сопоставления необходимо оценить, как функционирует система управления, определить возможности организации и как эти возможности реализованы. Среди таких инструментов: SWOT-анализ, сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard), модель организационной самооценки Тито Конти, карты качества Дженса Далгаарда и др.

Эффективным инструментом оценки состояния организации являются модели премий в области качества: Национальной награды за качество Малколма Болдриджа (США), модель EFQM Европейской премии качества. Критерии этих премий разрабатываются с учетом мировых тенденций в построении систем управления [3].

2. *Определение предмета эталонного сопоставления.* При проведении эталонного сопоставления, основанного на сравнении процессов, возможны сложности, связанные с тем, что многие организации не знают своего бизнес-процесса (не выявлены ни ключевые процессы, ни процессы, входящие в состав ключевых).

Не существует стандартного перечня процессов, и каждая организация должна сама определить структуру своего бизнеса. Определение структуры своих процессов в области предполагаемого совершенствования существенно упростит задачу для бенчмаркинга и повысит его эффективность.

Бенчмаркинг может применяться к процессу любого уровня, как основному, так и вспомогательному.

При описании процессов организации и составлении их детальной схемы полезно изучить и использовать методологию моделирования IDEF/0 – Integration definition for function modeling (интеграционное определение для моделирования функций), где бизнес-процесс представляет собой совокупность выполняемых операций на отдельных его этапах.

3. *Поиск эталонной компании и выбор формы эталонного сопоставления.* Выбор эталонной компании – этап, определяющий успех всего проекта. Уже сформировавшаяся практика бенчмаркинга на западе позволяет обращаться к компаниям с просьбой, провести эталонное сопоставление их процессов. Подобные предложения воспринимаются адекватно, так как один из основных принципов современного биз-

неса – открытость. В Беларуси же большинство компаний, в силу многих причин, страдают «комплексом засекреченности» и не готовы делиться информацией и технологиями даже с теми, кто работает в другой отрасли. Распространенным способом поиска партнеров для сравнения является изучение публикаций в газетах и журналах. Также используются личные связи, знакомства на выставках, семинарах и т. п. Бенчмаркингвыми компаниями могут выступить партнеры, дистрибьюторы и поставщики компании, поскольку они реально заинтересованы в успехе всего бизнеса. Современным инструментом поиска партнеров по эталонному сопоставлению являются бенчмаркингвые ресурсы сети Интернет, в том числе возможности, которые предоставляет Европейский фонд управления качеством (www.efqm.org). Проекты EFQM способствуют обмену лучшей бизнес-практикой и установлению контактов между потенциальными партнерами по бенчмаркингу.

4. *Сбор информации.* Одним из простых инструментов сбора информации для бенчмаркинга является контрольный лист (таблица).

В графе «Анализ эталонного предприятия» описывается оценочный (эталонный) элемент. В графу «Сравнение со своей компанией» заносится информация о показателях вашей и эталонной организации по каждому из оценочных элементов. Графа «Объекты для эталонного сопоставления» предназначена для конкретизации процессов и методов, которые могут быть перенесены на деятельность вашей организации. Графа «Ограничение по реализации идеи в своей компании» определяет ограничения по заимствованию процессов. Это могут быть специфические условия внедрения опыта эталонной организации, которые не возможно создать на вашем предприятии [3].

Контрольный лист для бенчмаркинга

| Оценочный элемент | Анализ эталонной организации | Сравнение со своей компанией | Объекты для эталонного сопоставления | Ограничение по реализации идеи в своей компании |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 ... | ... | ... | ... | ... |

5. *Анализ информации, определение ограничений по реализации проекта и разработка плана внедрения.* Получив количественную и качественную информацию относительно деятельности эталонной компании, ее ключевых показателей, процессов, используемых методов необходимо проанализировать полученные данные, определить, какой блок информации может помочь в улучшении работы, и подготовить проект внедрения опыта эталонной компании.

6. *Внедрение полученного опыта в деятельность организации.* Нет предприятий с абсолютно одинаковыми бизнес-средой и культурой. Без тщательного изучения условий, которые следует изменить, чтобы они подходили под среду и культуру организации, невозможно перенести практические методы другой организации.

7. *Повторная самооценка и анализ улучшений.* Мониторинг хода выполнения работ и оценка конечных результатов формируют пакет информации для повторной самооценки и анализа улучшений. Корректировка результатов эталонного сопоставления и повышение эффективности нового процесса или метода производится через «обратную связь» руководствуясь циклом PDCA: Plan – планирование совершенствования; Do – выполнение совершенствования; Check – проверка результатов совершенствования; Act – действие, направленное на стандартизацию или перепланирование. Цикл PDCA (или цикл Шухарта/Деминга) является ключевым подходом к

построению системы всеобщего управления качеством – TQM. Цикл символизирует принцип повторения в решении проблемы – достижение улучшения шаг за шагом и повторение цикла совершенствования много раз.

Реализация плана постоянного совершенствования помогает повысить эффективность внедряемого процесса или метода, а в случае успешного осуществления проекта и достижения запланированных результатов позволяет перейти к поиску новых возможностей для эталонного сопоставления [2].

В Республике Беларусь многие, если не все, предприятия постоянно используют технологии бенчмаркинга, пытаются применять успешные методы, решения, подсмотренные у партнеров, конкурентов, других организаций, в собственной бизнес-практике. Просто руководители не всегда знакомы с самим термином. Перспективы же «официального» бенчмаркинга омрачает целый ряд барьеров. Основная причина слабого распространения бенчмаркинга в Беларуси – низкая инновационность белорусской экономики. Вторая причина – низкий уровень знаний менеджерского звена. Помочь бенчмаркинг может как успешным отраслям, так и тем, кто испытывает серьезные трудности. Тут и машиностроение, легкая, пищевая промышленность, сервис.

Несмотря на все трудности, примеры в Республике Беларусь все же есть. Очевидно, что белорусские производители молочных продуктов постоянно бывают в Европе, следят за новыми продуктами, а потом внедряют у себя в производство. Думаю, «Савушкин продукт» не станет опровергать это предположение. К слову, в подобных случаях производители получают возможность сэкономить на дорогостоящих маркетинговых исследованиях потребительских предпочтений и сразу выйти на уровень производства. Операторы сотовой связи изучали логику развития других рынков, чтобы прогнозировать динамику роста клиентской базы, наиболее востребованные услуги, показатель ARPU. Известна одна компания, где провели вполне цивилизованный бенчмаркинг, отправили за рубеж ключевых сотрудников, которые несколько недель стажировались в аналогичной компании. Затем весь лучший опыт по изученным стандартам они внедряли у себя. Заимствовались технологии управления внутренними процессами, клиентскими потоками, взаимоотношениями с клиентами и т. д. Ведь можно перенимать почти все, если опыт того стоит!

Литература

1. Альпина Бизнес Букс Модели менеджмента ведущих корпораций, 2008.
2. Бенчмаркинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ashbm.deal.by>.
3. Бенчмаркинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kollegium.ru/>.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. Н. Силивончик, Д. С. Евменов

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

Научный руководитель Н. К. Ландова

В настоящее время экология нашей страны находится в кризисном состоянии. Развитие научно-технического прогресса обеспечило человека огромным количеством благ с одной стороны, но и ухудшило состояние экологии с другой.

В связи с выше перечисленной целью работы является анализ текущего экологического состояния Республики Беларусь. Задачи определение приоритетов будущих совершаемых действий.

На данном этапе развития Республики Беларусь большое количество внимания уделяется следующим вопросам:

- исчезновение многих тысяч видов животных и растений;
- загрязнение водных ресурсов;
- повсеместное уменьшение площади лесного покрова;
- тотальное загрязнение атмосферы, дефицит чистого воздуха;
- сокращение запаса полезных ископаемых.

Актуальность темы исследования определяется необходимостью совершенствования методологической основы статистики окружающей природной среды для получения более объективной и достоверной информации о состоянии компонентов ОПС, о реальных масштабах негативного влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду и жизнедеятельность человека конкретного региона, для согласования стратегических целей и текущих задач развития производственной и природоохранной деятельности и т. д.

В статистическом ежегоднике Республики Беларусь приведены основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду и использование природных ресурсов.

В соответствии со ст. 46 Конституции Республики Беларусь каждому гражданину гарантируется право на благоприятную окружающую среду. Этим обуславливается необходимость ее защиты. Для определения приоритетов совершенствование необходимо проанализировать текущее состояние:

Загрязнение атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения является транспорт. Вклад мобильных источников в выбросы твердых частиц составляет 43 %, оксидов азота – 63 %, оксида углерода – 89 %. Углеводороды в основном поступают в атмосферу от ЖКХ и при транспортировке жидкого и газообразного топлива по трубопроводам. Выбросы аммиака обусловлены в основном сельским хозяйством (около 50 %), на транспорт и связь приходится 20 %, жилищно-коммунальное хозяйство – 17 %. Количество выбросов в 2010 составляет 1319 тыс. т., темп роста газа год составляет 82,7 %

Остаются острыми вопросы загрязнения атмосферного воздуха крупными промышленными и энергетическими предприятиями в Минске, Могилеве, Гродно и других городах. Отмечается данная тенденция тем, что у предприятий зачастую отсутствуют четкие программы по сокращению выбросов и достижению нормативов качества воздуха. На сегодня не выполнены мероприятия по внедрению автоматизированных систем контроля за выбросами в воздух на объектах энергетики.

Правовое регулирование осуществляется законом «Об охране атмосферного воздуха» от 21 ноября 2008 г.

Настоящий Закон определяет правовые и организационные основы охраны атмосферного воздуха от выбросов загрязняющих веществ и направлен на сохранение, восстановление качества атмосферного воздуха, обеспечение экологической безопасности.

Изменение климата. 2005–2011 гг. не стали исключением из ряда теплых лет периода потепления, начавшегося в конце 1980-х гг.: среднегодовая температура воздуха превышала климатическую норму на 1,0–2,0 °С. Объем выбросов парниковых газов составил в среднем 87,9 млн т в год. Около 64 % выбросов парниковых газов приходится на энергетику, 25 % – на сельское хозяйство; промышленность, использование растворителей и отходы в сумме дают около 10 % выбросов парниковых газов. Общий объем выбросов парниковых газов с 2005 по 2010 гг. увеличился с 84,5 до 91,1 млн т. увеличение произошло во всех секторах экономики.

Водные ресурсы страны. Согласно индексу эксплуатации водных ресурсов (2,8–3,0 %), суммарный забор воды для всех отраслей хозяйственной деятельности не оказывает существенного давления на имеющиеся в стране водные ресурсы. Бытовое потребление воды на душу населения в среднем для Беларуси в 2010 г. не превысила 145 л/чел./сут., что соответствовало уровню водопотребления в большинстве стран Европы (120–150 л/чел./сут). Забор воды из источников составил 1548 млн т. в 2010 г. За последние три года объемы воды сократились на 126 млн м³. Правовое регулирование по вопросам воды осуществляется Водным кодексом Республики Беларусь.

Благодаря принимаемым мерам в области использования и охраны вод, за последние три года объем сточных вод, отводимых в окружающую среду, снизился на 48 млн м³. Вместе с тем не все сооружения искусственной биологической очистки с выходом в водные объекты работают качественно. По данным Минприроды, из 289 таких комплексов нормативно расчетную степень очистки не обеспечивают 23 %.

Сельское хозяйство. Применение органических и минеральных удобрений в Беларуси при современном уровне развития сельскохозяйственного производства не имеет значимых экологических последствий.

Отходы. В течение пятилетнего периода объем образования отходов производства в Беларуси составлял в среднем около 34656 тыс. т в год. Причем объем образования отходов производства в 2010 г. по сравнению с 2005 г. увеличился в 1,5 раза главным образом за счет роста отходов минерального происхождения, а также отходов растительного и животного происхождения. Образование твердых коммунальных отходов составило в среднем 3060 тыс. т в год. Объем отходов производства на объектах хранения в 2010 г. по сравнению с 2005 г. увеличился на 11,5 % и достиг 911600 тыс. т.

Деградация почв происходит в результате их прямого разрушения, главным образом при ведении различных строительных работ и добыче полезных ископаемых, а также вследствие развития эрозионных процессов преимущественно на пахотных угодьях. Для торфяных почв в случае их использования под пашню характерна ускоренная минерализация органического вещества.

Прямое разрушение почвенного покрова в связи с ведением строительных работ и добычей полезных ископаемых, так же как и в предыдущем году, не отличалось интенсивностью. Площадь нарушенных земель в стране продолжала сокращаться. По сравнению с 2006 г., она уменьшилась на 3,7 % и составила 5,2 тыс. га. Причем половина из этой площади приходится на Минскую область и 29 % на Брестскую.

Радиационная ситуация на территории страны за последние пять лет оставалась стабильной. Радиоактивность естественных выпадений и аэрозолей в воздухе соответствовали установившимся многолетним значениям. Радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях страны значительно улучшилась. Содержание долгоживущих радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве уменьшилось примерно на 40 % вследствие их естественного распада.

К настоящему времени в стране сформирована достаточно развитая законодательная база в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Основные направления политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды на период до 2025 г.:

- обеспечить снижение вредных воздействий на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- обеспечить улучшение качества атмосферного воздуха путем сокращения выбросов от стационарных и мобильных источников;

– обеспечить улучшение качества подземных и поверхностных вод путем снижение водопотребления и сокращения поступления загрязняющих веществ в водные объекты;

– обеспечить уменьшение объемов образования отходов производства;

– обеспечить максимальное вовлечение отходов в гражданский оборот в качестве вторичного сырья;

– обеспечить предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду.

Вследствие выявленного анализа необходимо отметить пути совершенствования:

1. Обеспечение непрерывного функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

2. Образование, воспитание и просвещение в области окружающей среды.

3. Развитие системы информирования населения вопросам окружающей среды.

4. Проведение единой государственной политики, в том числе экономической и научно-технической, в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также гидрометеорологической деятельности, экологической сертификации и экологического аудита.

5. Регулирование и координация деятельности других республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, организаций в области обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, в том числе недр, гидрометеорологической деятельности, регулирования воздействия на климат, а также экологической сертификации и экологического аудита.

6. Осуществление международного сотрудничества, изучение, обобщение и распространение международного опыта в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, регулирования воздействия на климат, а также гидрометеорологической деятельности, экологической сертификации и экологического аудита.

Л и т е р а т у р а

1. Режим доступа: <http://www.ekonomika.by>.
2. Режим доступа: <http://naviny.by>.
3. Режим доступа: <http://www.ecolog.by>.
4. Режим доступа: <http://energobelarus.by>.
5. Режим доступа: <http://www.eco-pravda.ru>.
6. Режим доступа: <http://belstat.gov.by>.

МЕТОДИКА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАКУПОЧНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. С. Охотенко

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Из мировой практики известно, что для развития экономики важно формирование логистической системы, охватывающей различные сферы деятельности в стране.

Что касается Республики Беларусь, то в силу объективных причин исторического, политического, экономического характера имеет место определенное технологическое отставание в области логистики.

В связи с этим в последние годы разрабатывается нормативно-правовая база, способствующая развитию организации логистической системы в Республике Беларусь (табл. 1).

Таблица 1

Нормативно-правовая база развития логистики в Республике Беларусь

| Основные направления социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006–2015 гг. (Постановление СовМина Республики Беларусь от 04.11.2006 г. № 1475) | Программа развития связи в Республике Беларусь на 2006–2010 гг. (Постановление СовМина Республики Беларусь от 23.10.2006 г. № 1395) | Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 г. (Постановление СовМина Республики Беларусь от 29 августа 2008 г. № 1249) |
|---|---|--|
| Предусматривают на втором этапе развития транспортной отрасли (2011–2015 гг.) внедрение логистических технологий и систем доставки грузов | В качестве одного из приоритетных направлений развития почтовой связи определила оптимизацию и модернизацию системы логистики | Комплексный документ в области развития логистики |

Что касается организации закупочной логистики, то для ее оптимизации необходимо выб рациональной схемы организации закупок предлагается методика, состоящая из ряда последовательных этапов.

Первый этап заключается в анализе структуры системы снабжения и должен основываться на критическом анализе выполнения логистических операций. Важным моментом на данном этапе является то, что руководство предприятия должно четко определиться с качеством и стоимостью выполнения логистических операций, сравнить выполнение данных операций на других предприятиях Республики Беларусь, стран СНГ и ЕС.

Структура логистических затрат промышленных предприятий представлена в табл. 2.

Таблица 2

Структура логистических затрат предприятий промышленного комплекса, %

| Показатели | ОАО «ЖМЗ» | РУП «ВРЗ» | ОАО «БМЗ» | ОАО «Станко-Гомель» | ОАО «РМЗ» |
|---|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| 1. Доля затрат на содержание запасов сырья и материалов | 22,75 | 31,21 | 15,68 | 24,26 | 16,84 |
| 2. Доля складских затрат | 3,49 | 3,23 | 3,62 | 5,76 | 2,95 |
| 3. Доля транспортных расходов | 21,88 | 33,46 | 58,03 | 52,4 | 49,03 |
| 4. Доля затрат на организацию снабжения | 6,35 | 10,17 | 10,49 | 11,89 | 11,41 |
| 5. Доля затрат на оплату сторонним организациям за транспортировку грузов (ЖД, автомобильный морской транспорт и т. д.) | 45,53 | 21,76 | 12,18 | 5,69 | 19,77 |
| 6. Доля затрат на оплату сторонним организациям за таможенную очистку грузов | 0 | 0,17 | 0 | 0 | 0 |
| Логистические затраты | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

На управление материальными потоками в макросреде значительное влияние оказывают затраты на содержание запасов сырья и материалов и транспортные расходы. Их доля в структуре логистических затрат составляет от 11,21 до 58,03 %. При этом затраты на организацию снабжения – от 6,35 до 11,89 %.

Это говорит о том, что на представленных промышленных предприятиях в значительной степени сотрудники отдела снабжения не мотивированы к поиску оптимальных источников и каналов снабжения.

Следующим важным шагом на данном этапе является определение целей и задач совершенствования структуры логистической подсистемы. Важной ее составляющей является изучение системы доставки сырья от поставщиков на предприятие.

Важной составляющей анализа является определение партнеров, способных поставлять необходимое сырье из выбранных источников.

Можно предположить три основных схемы поставки сырья для промышленного предприятия:

- поставки осуществляются от поставщика покупателю автотранспортом поставщика;
- поставки осуществляются от поставщика покупателю автотранспортом покупателя;
- поставки осуществляются от поставщика покупателю автотранспортом сторонней организации.

Во всех случаях руководство промышленного предприятия должно определить расходы, связанные с закупкой сырья и теми преимуществами, которые предприятие может получить от сокращения логистических затрат (затраты на содержание запасов сырья и материалов, транспортировку и т. д.), что позволит повысить эффективность логистической системы и прибыльность промышленных предприятий.

Следующим этапом является расчет потенциальных вариантов снабжения производства сырьем и материалами. Это можно осуществить с помощью экономико-математического моделирования. Математическая модель должна отражать взаимодействие между промышленным предприятием, которое выпускает k -видов продукции, поставщиками и покупателями готовой продукции при различных механизмах определения цены на конечную продукцию и процедур формирования состава потребителей, включаемых в систему снабжения производства и распределения готовой продукции предприятия.

Цель задачи. Определить оптимальный план снабжения производства сырьем и материалами при условии максимизации добавленной стоимости промышленным предприятием. Данная модель позволяет определить изменение структуры снабжения производства в каждый период времени и выработать механизмы управления логистической системой промышленного предприятия.

Постановка задачи. Каждый из N -поставщиков информирует промышленное предприятие о возможном объеме поставки сырья (G_i). Существуют минимальные цены продажи сырья (B_i), которые определяются на основе маркетинговых исследований (биржевых котировок). Каждый из M -покупателей информирует промышленное предприятие о желаемых объемах заказов (G_{kj}) на каждый вид промышленной продукции. Существуют отпускные цены, выше которых покупатели не будут покупать продукцию (Y_{kj}), определяемые с помощью маркетинговых исследований. Также известны нормы расхода сырья на производство каждого вида товара (d_k).

В ходе переговоров промышленное предприятие согласовывает цены на сырье (X_i), которые не должны быть ниже минимальных цен поставок и цены на готовую продукцию (P_{kj}), но должны быть выше максимальных цен либо равными им.

Показателем, результирующим работу промышленного предприятия, является добавленная стоимость (AC), полученная за каждый период времени промышленным предприятием. Переменными моделями являются объемы поставок готовой продукции покупателям (V_{kj}) и объемы поставок сырья от поставщиков (Q_i). Модель данной задачи в формализованном виде представлена ниже:

$$AC = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^K P_{kj} \cdot V_{kj} - \sum_{i=1}^N X_i \cdot Q_i \rightarrow \max; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N Q_i = \sum_{k=1}^K \frac{V_k}{d_k}; \quad V_k = \sum_{j=1}^M V_{kj}; \quad (2)$$

$$\Pi_{kj} = \begin{cases} G_{kj}, & (Y_{kj} - P_{kj}) \geq 0, \\ 0, & (Y_{kj} - P_{kj}) < 0; \end{cases} \quad \Pi_i = \begin{cases} G_i, & (X_i - B_i) \geq 0; \\ 0, & (X_i - B_i) < 0, \end{cases} \quad (3)$$

где AC – добавленная стоимость; Y_{kj} – максимальная цена, по которой j -й покупатель готов покупать k -й вид продукции; Π_{kj} – реальная потребность k -го вида потребности у j -го покупателя; V_k – максимальный объем k -го вида продукции, который может производить промышленное предприятие; Π_i – реальная возможность поставки сырья i -м поставщиком.

С помощью данной модели промышленное предприятие может определить границы цен на сырье для каждого из поставщиков, т. е. определить минимальный уровень цен на сырье и при этом максимальные цены на готовую продукцию.

В данной модели учтены интересы покупателей продукции в виде цен, выше которых работа для покупателя становится непривлекательной, и интересы поставщиков в виде цен на сырье, ниже которых работа поставщиков становится нерентабельной.

Решение данной задачи позволяет сформировать планы снабжения производства, распределения готовой продукции и производства, обеспечивающие максимальную добавленную стоимость для промышленного предприятия. Итог решения приведенной задачи на основании данных промышленных предприятий можно представить в виде табл. 3.

На последнем этапе происходит выбор конкретной схемы снабжения производства сырьем и материалами. Данная схема должна соответствовать целям функционирования предприятия, его производственным и финансовым возможностям.

При этом целесообразно разрабатывать несколько вариантов, которые будут соответствовать различным рыночным ситуациям.

Таблица 3

План снабжения и производства промышленного предприятия

| Поставщик | План снабжения | Покупатель | План производства |
|-------------|----------------|--------------|-------------------|
| Поставщик 1 | 0 | Покупатель 1 | 0 |
| Поставщик 2 | 0 | Покупатель 2 | 0 |
| Поставщик 3 | 0 | Покупатель 3 | 10123 |
| Поставщик 4 | 1879,914 | Покупатель 4 | 0 |

Окончание табл. 3

| Поставщик | План снабжения | Покупатель | План производства |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Поставщик 5 | 626,6379 | Покупатель 5 | 11571 |
| Поставщик 6 | 3342,069 | Покупатель 6 | 0 |
| Поставщик 7 | 13368,28 | Покупатель 7 | 2341 |
| Поставщик 8 | 14203,79 | Покупатель 8 | 844 |
| Поставщик 9 | 501,3103 | Покупатель 9 | 23121 |
| План снабжения | 33922 | План производства | 48000 |
| Эффект | 14 078 | | |

Данная методика показывает, что отделы снабжения должны собирать информацию, необходимую для принятия решения о поставщиках сырья и материалов.

При этом информация может быть собрана как самими отделами, так и поступать от потенциальных поставщиков. Затем она анализируется, на основе собранных данных происходит моделирование различных вариантов снабжения. Если возможности поставщиков не соответствуют возможностям промышленного предприятия (переработке сырья), то отделы снабжения начинают поиск новых поставщиков.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ЕГО ПРИВАТИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ РУП «ГЗЛИН»)

Н. Г. Родионова

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

Научный руководитель С. С. Дрозд

Развитие рыночных отношений на современном этапе требует новых подходов к проблеме управления государственными предприятиями.

Приватизация рассматривается как один из наиболее существенных компонентов экономической трансформации наряду со стабилизацией и либерализацией экономики. По своему содержанию приватизация является институциональным преобразованием и с этой точки зрения включает в себя не только перераспределение прав собственности, повышения эффективности и доходов от ее использования и управления ею, но и структурную перестройку экономики, которая должна способствовать повышению эффективности экономики в целом.

Согласно Плану преобразования республиканских унитарных предприятий в открытые акционерные общества на 2011–2013 гг., утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.03.2011 № 138, РУП «ГЗЛиН» должен быть преобразован в открытое акционерное общество.

Практическое решение вопросов, связанных с владением, распоряжением и управлением собственностью государства, невозможно без оценки ее стоимости.

Для оценки стоимости РУП «ГЗЛиН» будем использовать доходный подход, в основе которого лежит принцип ожидания и который гласит: любой актив приобретаемый с целью извлечения дохода, будет стоить ровно столько, сколько принесет доходов.

Из многообразия методов доходного подхода выберем два, для сравнения полученной стоимости предприятия, – метод дисконтирования денежных потоков (DCF – Discounted Cash Flow) и метод экономической добавленной стоимости (EVA – Economic Value Added).

Метод DCF представляет собой метод капитализированной стоимости доходов, при котором последовательно каждый доход или группа доходов со своими ставками дисконтирования приводятся к величине, равной сумме их текущих стоимостей.

Согласно метода EVA, стоимость компании полагается равной величине инвестированного капитала плюс надбавка, которая в свою очередь равна приведенной стоимости экономической прибыли создаваемой в каждом последовательном году [1].

Для проведения расчета стоимости РУП «Гомельский завод литья и нормалей» были использованы данные бухгалтерского баланса (форма 1) и отчет о прибылях и убытках (форма 2) за 2009 г. и прогноз на 3 года при условии, что темп увеличения основных статей бухгалтерского баланса и отчета о прибылях и убытках в среднем 26 % в год (исходя из динамики роста за 2007–2009 гг.). Для расчета ставки дисконтирования применим модель средневзвешенной стоимости капитала (WACC – Weight Average Cost Of Capital), которая основана на определении средневзвешенной величины из индивидуальных стоимостей (цен), в которые обходится предприятию привлечение различных видов источников средств. Для определения величины денежного потока используем косвенный метод.

Расчет средневзвешенной стоимости капитала и стоимости предприятия по методу EVA представлен в табл. 1.

Расчет свободного денежного потока и стоимости предприятия методом DCF представлен в табл. 2.

Таблица 1

Расчет средневзвешенной стоимости капитала и стоимости предприятия по методу EVA

| Показатель | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|
| 1. Долгосрочные обязательства, млн р. | 9256 | 11663 | 14695 | 18516 |
| 2. Краткосрочные кредиты и займы, млн р. | 164930 | 207812 | 261843 | 329922 |
| 3. Кредиторская задолженность, млн р. | 19728 | 24857 | 31320 | 39463 |
| 4. Валюта баланса, млн р. | 363851 | 458452 | 577650 | 727839 |
| 5. Заемный капитал, млн р. (п. 1 + п. 2) | 174186 | 219474 | 276538 | 348438 |
| 6. Совокупный использованный капитал, млн р. (п. 4 – п. 5) | 344123 | 433595 | 546330 | 688376 |
| 7. Доля заемного капитала в структуре предприятия, % (п. 5/п. 6) · 100 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 |
| 8. Стоимость привлеченного капитала, % | 20,50 | 20,50 | 20,50 | 20,50 |
| 9. Ставка налога на прибыль предприятия, % | 24,00 | 24,00 | 24,00 | 24,00 |
| 10. WACC, % (п. 8/100) · (1 – п. 9/100) · (п. 7/100) · 100 | 7,88 | 7,88 | 7,88 | 7,88 |
| 11. Затраты на капитал, млн р. (п. 6 · п. 10) | 27117 | 34167 | 43051 | 54244 |
| 12. Скорректированная прибыль после уплаты налога на прибыль, млн р. | 22345 | 28155 | 35475 | 44698 |
| 13. Экономическая добавленная стоимость (EVA), млн р. (п. 12 – п. 11) | –4772 | –6103 | –7576 | –9546 |
| 14. Совокупная экономическая добавленная стоимость (EVA), млн р. | –4772 | –10875 | –18451 | –27997 |
| 15. Стоимость предприятия, млн р. (п. 6 + п. 14) | 339351 | 333248 | 325672 | 316126 |
| 16. Доходность инвестированного капитала, % (п. 12/п. 6) · 100 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |

Примечание. Расчеты автора.

Таблица 2

Расчет свободного денежного потока и стоимости предприятия методом DCF

| Показатель | Расчет показателя | | | |
|---|-------------------|---------|---------|--------|
| | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012г. |
| 1. Выручка от реализации (за вычетом косвенных налогов), млн р. | 359402 | 452847 | 570587 | 718939 |
| 2. Себестоимость реализованной продукции, млн р. | 322915 | 406873 | 512660 | 545951 |
| 3. Ставка налога на прибыль предприятия, % | 24,0 | 24,0 | 24,0 | 24,0 |
| 4. Свободный денежный поток, млн р. (п. 1 – п. 2) · (1 – п. 3/100) | 27730 | 34940 | 44024 | 55471 |
| 5. Дисконтированный множитель для ставки дисконтирования $(1/(1 + WACC/100))^k$ | 0,927 | 0,859 | 0,797 | 0,738 |
| 6. Дисконтированный денежный поток, млн р. | 25706 | 30014 | 35087 | 40938 |
| 7. Стоимость предприятия, млн р. | 25706 | 55720 | 90807 | 131745 |

Примечание. Расчеты автора.

При сравнении полученных стоимостей предприятия видно их существенное различие. При методе DCF стоимость предприятия составляет доход получаемый в результате деятельности предприятия, при методе EVA в стоимость предприятия инвестированный капитал и экономическая добавленная стоимость.

В наше случае $EVA < 0$, то это означает, что за определенный период отсутствует рост стоимости предприятия. Руководство предприятия не эффективно использовало имеющийся в ее распоряжении капитал.

Рентабельность инвестированного капитала меньше средневзвешенной стоимости капитала, следовательно, предприятию не удалось заработать добавленную стоимость предприятия, так как доходность капитала инвестора, заработанная компанией за определенный период оказалась меньше требуемой им барьерной ставки доходности. Предприятие заработало доходность, меньше, чем доходность требуемую инвестором.

Надежность и достоверность метода дисконтирования денежных потоков определяется точностью и обоснованностью определения двух его основных компонентов: прогноза денежных потоков и ставки дисконтирования. Соответственно основным недостатком метода дисконтированных потоков является зыбкость прогнозных оценок будущих денежных потоков.

Преимущество модели экономической прибыли перед моделью дисконтирования денежного потока состоит в том, что экономическая прибыль удобный показатель, дающий представление о результатах деятельности предприятия в любом отдельно взятом году, в то время как свободный денежный поток не обладает таким свойством. Например, невозможно проследить за успехами компании путем сравнения ее фактических и прогнозных свободных денежных потоков, ибо величина свободного денежного потока в любом году определяется весьма произвольными инвестициями в основные и оборотные средства. Руководители предприятий с легкостью могут отложить на время инвестиции просто для того, чтобы улучшить показатель свободного денежного потока в данном году за счет долгосрочного создания новой стоимости.

На результаты деятельности компании оказывают влияние огромное множество различных факторов. Их можно классифицировать как факторы внешней и внутренней среды (то есть макро- и микроэкономические факторы). Первые влияют на результаты деятельности компании извне, последние изнутри [1].

Пожалуй самый ответственный момент при организации процесса управления стоимостью – это выявление ключевых факторов, которые оказывают влияние на изменение экономической добавленной стоимости.

Внутренними факторами, влияющими на стоимость, могут выступать:

- темпы роста продаж продукции/услуг компании;
- темпы роста основных статей Баланса и Отчета о прибылях и убытках;
- темпы роста чистой прибыли;
- норма доходности собственника (акционера, инвестора);
- другие факторы.

Внешними факторами, влияющими на стоимость могут выступать:

- уровень инвестиционных, маркетинговых, финансовых, производственных и организационных рисков компании;
- изменение стоимости заемного капитала (процентной ставки по кредитам);
- изменение налоговых ставок;
- другие факторы.

Л и т е р а т у р а

1. Батюк, П. С. Управление стоимостью компании / П. С. Батюк // Аналитика. Статьи и публикации [Электронный ресурс]. – Аудиторская компания АУДИТ-ГАРАНТ: audit-garant.com, 2004. – Режим доступа: http://www.audit-garant.com/article_psb.htm. – Дата доступа: 09.03.2012.
2. Шпилевская, Е. В. Оценка стоимости предприятия (бизнеса) : учеб. пособие / Е. В. Шпилевская, О. В. Медведева ; под ред. Е. В. Шпилевской. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 346 с. : ил.

РОЛЬ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ РУП «ГЗ «ГИДРОПРИВОД»)

А. Ю. Курачева

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

На современном этапе развития технологий большинство руководителей предприятий, обладающих определенными финансовыми, информационными, технологическими ресурсами, достигли понимания того, что человеческие ресурсы являются ключевыми. Организации конкурируют на уровне профессионального развития своих сотрудников – их знаний, умений, навыков.

Для производства качественной продукции нужны квалифицированные кадры. Поэтому РУП «ГЗ «Гидропривод» уделяет большое значение обучению и повышению профессионального уровня своих работников. РУП «ГЗ «Гидропривод» – государственное предприятие, специализирующееся на производстве гидрооборудования для станкостроения (контрольно регулирующая гидроаппаратура, встраиваемая и модульная аппаратура и т. д.) и гидроузлов для тракторов и сельскохозяйственных машин [1].

Согласно Политике в области качества, высшей целью руководства завода является производство высококачественной, конкурентоспособной продукции, отвечающей установленным техническим требованиям и полностью удовлетворяющей потребителей. Достижение данной цели осуществляется за счет эффективной системы менеджмента качества и устойчивых взаимоотношений с поставщиками и потребителями [2].

Одними из основных принципов деятельности ГЗ «Гидропривод» являются повышение качества выпускаемой продукции и удовлетворенности потребителей, а также повышение профессионального уровня, постоянное обучение персонала от рабочего до генерального директора, сохранение кадрового потенциала предприятия [1].

Сведения о работниках, прошедших обучение и повышение профессионального уровня представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1

**Сведения о работниках, прошедших обучение
и повышение профессионального уровня, чел.**

| Показатели | Значения показателей | | | | | |
|---|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1-е п/г 2009 г. | 2-е п/г 2009 г. | 1-е п/г 2010 г. | 2-е п/г 2010 г. | 1-е п/г 2011 г. | 2-е п/г 2011 г. |
| Обучено на предприятии | 108 | 297 | 332 | 227 | 151 | 310 |
| Обучено в учебных центрах, институте подготовки кадров | 157 | 25 | 56 | 48 | 61 | 42 |
| В том числе: | | | | | | |
| – руководители | 13 | 12 | 36 | 34 | 36 | 12 |
| – специалисты | 6 | 3 | 12 | 11 | 20 | 12 |
| – рабочие | 138 | 10 | 8 | 3 | 5 | 18 |
| Обучено требованиям стандартов ISO 9000 | 157 | 157 | 100 | – | – | – |
| Переподготовлено | 53 | 19 | 37 | 18 | 19 | – |
| Обучено вторым профессиям | 138 | 21 | 41 | 24 | 19 | 14 |
| Повысили квалификацию: | | | | | | |
| – рабочие тарифный разряд | 79 | 47 | 50 | 55 | 33 | 32 |
| – ИТР категории | 9 | 19 | 14 | 7 | 4 | 10 |

Примечание. Разработка автора на основе данных предприятия.

Согласно данным табл. 1, ежегодно более четырех сотен работников проходят обучение. На предприятии обучается больше работников, чем в учебных центрах и институте подготовки кадров, это связано с удобством обучения на местах и меньшими затратами.

За пределами предприятия в основном обучаются руководители и специалисты, что определяется особенностями профессий. При изменении версий международных стандартов серии ISO 9000 на предприятии РУП «ГЗ «Гидропривод» проводилось обучение работников требованиям данных стандартов [3].

Ежегодно десятки работников проходят переподготовку, обучаются вторым профессиям и повышают квалификацию. На данный момент понятия «переподго-

товка» на предприятии нет. Ежегодно вторым профессиям обучается все меньшее количество работников. Повышают квалификацию в основном рабочие (повышая тарифные разряды).

Обучение работников проводится согласно годовому плану подготовки, переподготовки, обучения смежным профессиям и повышения квалификации персонала завода в полном объеме [3].

Несмотря на вышеизложенное, на предприятии уделяется мало внимания рабочим, имеющим низкие разряды. Данные работники не имеют большого опыта в работе и высокой квалификации. Поэтому на долю таких работников приходится до 65 % цехового брака. Количество рабочих представлено в табл. 2.

Таблица 2

Сведения о количестве рабочих по цехам, чел.

| Показатели | Цех № 1 | Цех № 3 |
|--|---------|---------|
| Количество рабочих по цехам | 195 | 101 |
| Количество рабочих, имеющих низкие разряды | 86 | 46 |

Примечание. Разработка автора на основе данных предприятия.

Как видно из табл. 2, почти половина рабочих в цехах № 1 и 3 представлена рабочими с низкими разрядами.

В цехе № 1 за последние шесть полугодий замечена тенденция уменьшения процента сдачи с первого предъявления продукции. Одной из причин этой проблемы является низкая квалификация рабочих. Поэтому для уменьшения брака среди основных рабочих необходимо пройти обучение для повышения тарифного разряда работникам следующих профессий: токарь, шлифовщик, оператор станков с ЧПУ. Это позволит повысить качество и эффективность работы цеха.

За 2011 г. только два оператора станков с ЧПУ повысили тарифный разряд с третьего на четвертый. Хотя в данном цехе, согласно табл. 2, третий разряд имеют 86 человек.

В табл. 3 представлены количество операторов станков с ЧПУ, токарей и шлифовщиков цеха № 1 по разрядам.

Исходя из представленных данных в табл. 3, видно, что 8 шлифовщиков, 10 токарей и 22 оператора станков с ЧПУ имеют низкие разряды и нуждаются в повышении разряда.

Таблица 3

Сведения о количестве шлифовщиков, токарей и операторов станков с ЧПУ цеха № 1 по разрядам, чел.

| Профессия | Всего | 2 разряд | 3 разряд | 4 разряд | 5 разряд | 6 разряд |
|------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Шлифовщик | 12 | 1 | 7 | 4 | – | – |
| Токарь | 23 | 3 | 7 | 10 | 2 | 1 |
| Оператор станков с ЧПУ | 44 | 9 | 13 | 19 | 3 | – |

Примечание. Разработка автора на основе данных предприятия.

Курс обучения будет содержать теоретическую и практическую часть. Для изучения обязательного курса теоретических знаний по профессиям рабочие изучат тео-

ретический курс в групповой форме или индивидуально (если нет возможности создать группу) путем консультаций у цеховых технологов или специалистов завода, утверждаемых в качестве преподавателей теоретического обучения ежегодно приказом. Данный приказ будет готовить ведущий инженер по подготовке кадров. По окончании каждой темы курса рабочему будет подготавливаться устный опрос, а по окончании теоретического курса будет сдан зачет.

Производственное обучение рабочих проведут инструкторы производственного обучения (в данном случае работники-инструкторы более высоких разрядов, которые могут помочь в освоении и совершенствовании работы, а также передать свой опыт, накопленный в ходе работы на предприятии). В обязанности инструктора будет входить: оснащение рабочего места обучающегося необходимым оборудованием, режущим и измерительным инструментом и технической документацией; обеспечение обучающегося работой; соответствие выполняемой работы требованиям программы производственного обучения; обязательное прохождение обучения ученика в одну смену с инструктором.

Проведение теоретического и практического обучения закончится сдачей квалификационного экзамена на квалификационных комиссиях. При успешном освоении профессии обучающийся может сдать квалификационный экзамен на тарифный разряд до истечения срока обучения. Сдача квалификационного экзамена на третий разряд проводится на цеховой квалификационной комиссии, на 4 разряд и выше – на заводской квалификационной комиссии.

По положительным результатам проверки знаний рабочих специалисты подготовки кадров выдадут рабочему свидетельство установленного образца о присвоении квалификационного разряда по профессии и сделают запись в учетную карточку производственно-технического обучения.

Таким образом, рабочие получают как теоретические, так и практические знания по своим профессиям.

Исходя из опыта прошлых лет, в цехе намечена тенденция уменьшения показателя брака у работников, повысивших разряды на 2,1 %. Поэтому экономический эффект от данного предложения будет получен за счет уменьшения потерь от брака, как и самого уровня брака в цехе № 1.

Л и т е р а т у р а

1. Руководство по качеству на производство гидравлических узлов для мобильной техники РК 4.2.2–01–09 РУП «ГЗ «Гидропривод».
2. Политика в области качества РУП «ГЗ «Гидропривод».
3. Отчеты о функционировании системы менеджмента качества на производство гидравлических узлов для мобильной техники (по полугодиям за 2009-2011 гг.).

ИННОВАЦИОННЫЕ БАНКОВСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ: NFC И RFID

Я. Н. Андреев

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Новый банковский продукт – комбинированная либо нетрадиционная форма банковского обслуживания, создаваемая на основе маркетинговых исследований потребностей рынка. Цель и задачи исследования состоят в том, чтобы на основе теоретического анализа существенных характеристик современных коммуникационных

инноваций, используемых в банковской деятельности, смоделировать механизм влияния инновационно-институциональных детерминант на развитие банковской системы и разработать систему управленческо-организационных мер по использованию инновационных продуктов и технологий в отечественной банковской сфере.

В основе создания новых банковских продуктов и внедрения инновационных услуг лежат следующие теоретико-методологические предпосылки:

- формируется новая парадигма инновационного развития экономики;
- банковские инновации составляют часть общего потока инноваций, которые стали типичными для современной экономики;
- информационные технологии стали всеобщей средой банковского бизнеса;
- дистанционное банковское обслуживание клиентов на основе интернет-технологий должно стать одной из основных форм розничных банковских услуг;
- информационная концепция банковской сети начинает отходить на второй план, а на первое место выходит ее использование в качестве интегрирующего инструментария человеческой деятельности [1, с. 14–15].

Эволюция банковской системы в сторону дистанционной модели банковского обслуживания обусловлена рядом объективных особенностей экономической и социальной среды, в которой существуют банки, и в первую очередь – изменениями в образе жизни людей, внедрением новых информационных технологий и автоматизацией банковских операций, растущей конкуренцией.

В связи с глобальным проникновением Интернета во все сферы нашей жизни инновационной статьёй стало использование банками социальных сетей для расширения рынка сбыта своих услуг. Одними из наиболее востребованных в мире, а теперь являются технологии RFID и NFC.

Важнейшую роль в настоящее время играют инновационные технологии. Инновационной технологией, которая уже сегодня проходит испытания, можно назвать беспроводную технологию NFC (Near Field Communication). NFC может быть дословно переведено как «связь в ближнем поле»), в основе которой лежит использование идеологии передачи данных по радиоканалу на принципах взаимной индукции на короткие расстояния в диапазоне частот 13,56 МГц. NFC и RFID действуют по аналогии с WI-FI и Bluetooth, но имеют принципиальные отличия [4, с. 17–25].

Деятельность кредитных организаций на рынке банковских услуг обеспечивает расширение спроса и предложения на банковские продукты, в рамках традиционных и инновационных технологий их проведения.

В современном понимании новая банковская услуга – это результат деятельности коллектива банка по оказанию помощи или содействия клиенту в получении прибыли, способный приносить основной операционный и дополнительный комиссионный чистый доход на протяжении достаточно длительного периода времени. В этом определении мы рассматриваем банковскую услугу с позиции комплексного подхода как результата, приносящего банку основной и дополнительный чистый доход, т. е. доход за вычетом значительных затрат на внедрение, и учли при этом фактор времени [2, с. 33].

NFC обеспечивает удобную, надежную и защищенную передачу данных по радиоканалу на короткие расстояния между различными электронными устройствами, сочетающими в себе функции бесконтактного считывателя и бесконтактной карты, а также способными связываться друг с другом как равноправные узлы.

NFC открывает перед пользователями огромный выбор возможностей, позволяя без дополнительных усилий соединять между собой цифровые камеры, КПК, цифровые приставки, компьютеры и мобильные телефоны. Самым распространенным

в мире устройством с NFC-интерфейсом сегодня является мобильный телефон. NFC уже находит широкое применение в таких сферах бизнеса и проектах, как продажа различного рода электронных билетов и оплата проезда на общественном транспорте, индустрия развлечений, бронирование и оплата авиабилетов и т. д.

NFC-совместимые мобильные можно будет использовать в качестве банковской пластиковой карточки для работы с банкоматами. Пользователь помещает телефон рядом с банкоматом, который идентифицирует личность владельца телефона и считывает защищенную информацию прямо с телефона. Эта информация включает номер банковского счета, заранее установленный максимальный суточный лимит по снятию наличных и другие необходимые сведения, которые могут быть различными для разных банков. Как только вы вводите свой PIN-код, то получаете доступ к деньгам на своем банковском счете в обычном режиме (можно снять наличные, заплатить за какие-либо услуги и т. д.). Одним из главных достоинств использования NFC-телефонов является то, что они могут хранить информацию о нескольких банковских карточках, что позволяет не носить с собой пачку пластиковых карт. То есть неизбежным следствием становится вытеснение банковских карточек, посредством осуществления процедуры аутентификации с помощью мобильного NFC-телефона.

Технология коммуникации в ближней зоне (NFC) – это технологический стандарт для микросхем, позволяющий установить соединение на очень близком расстоянии и дающий возможность потребителю инициировать и осуществлять бесконтактные транзакции, а также получать доступ к цифровой информации. На сегодняшний день в Японии уже активно началось использование технологии NFC. Некоторые автозаправочные станции уже оснащены терминалами бесконтактной оплаты за топливо с помощью NFC-мобильников, что очень удобно и экономит время водителя и пассажиров [4, с. 17–25].

Технология радиочастотной идентификации (RFID) – это метод идентификации с помощью кремниевых микросхем, расположенных на ярлыке, которые позволяют получать запросы устройства радиочастотного считывания/записи и отвечать на них; многие полагают, что радиочастотная идентификация придет на смену штрих-кодам и магнитным полоскам [3, с. 15–21].

Такие инновации в способах коммуникаций, передачи данных, технологических и технических возможностях даже в несвязанных областях не должны оставаться без внимания руководства коммерческих банков.

Новые устройства с бесконтактной функцией не нужно прокатывать в платежном терминале. Чтобы оплатить покупку электронным любым устройством, снабженным функцией NFC (например, мобильным телефоном), владельцу достаточно провести им вблизи терминала. Дальнейшая транзакция по карте или устройству проходит как обычная операция по обычной банковской карте [1, с. 14–15].

MasterCard Worldwide совместно с разработчиком мобильных решений BlazeMobile предложили новые стикеры PayPass, которые можно присоединить к любому мобильному устройству и использовать для совершения бесконтактных платежей в 141 тыс. торгово-сервисных точек по всему миру. Стикер передает информацию с карты на POS-терминал посредством технологии RFID [3, с. 15–21].

Основными проблемами на пути развития бесконтактных платежей являются обеспечение безопасности и создание бизнес-модели. Остро стоит вопрос о разделении дохода от бесконтактных мобильных платежей между банками, мобильными операторами, поставщиками услуг и остальными компаниями, задействованными в совершении транзакций. Что касается безопасности проведения транзакций на основе NFC, банковское сообщество склоняется к использованию биометрии для осуще-

ствления процедуры идентификации клиента. Наиболее вероятными технологиями станут биометрический «отпечаток» голоса и подпись. Голосовая аутентификация голоса может быть проведена успешно даже при наличии простуды и насморка владельца, а анализ подписи учитывает особенность почерка и силу давления на бумагу. Поэтому многие банки уже сегодня проводят активно биометрические эксперименты [4, с. 17–25].

Банки, которые смогут идти в ногу с технологическим прогрессом: своевременно разрабатывать бизнес-процессы, обновлять программное обеспечение, делать его адаптированным к виртуальным сервисам, получают неоспоримое преимущество перед остальными участниками рынка. Аппаратно-независимый высокоскоростной Интернет позволяет пользователю, используя любое устройство беспроводной или мобильной связи, получить доступ к услугам в режиме online круглосуточно 365 дней в году. Только банки, которые будут готовы вести непрерывное online обслуживание, смогут выжить в период технологической революции. Поэтому основным аспектом в конкурентной борьбе станут размеры инвестиций в развитие и внедрение информационных технологий, отвечающих требованиям времени и рынка [2, с. 33–34].

Для успешного участия в конкурентной борьбе, на мой взгляд, нужно решить следующие задачи:

- повысить гибкость и адаптивность к рынку;
- перейти на новые компьютерные технологии самообслуживания, дистанционное обслуживание, виртуальные банковские и финансовые технологии;
- разработать и внедрить новые кредитные продукты на базе новых технологий;
- комплексно использовать новые информационные и коммуникационные технологии для электронного маркетинга;
- внедрять инновации в области форм и методов управления, изменения в квалификации работников;
- иметь в виду, что технологические нововведения могут привести к снижению эффективности контроля над банками со стороны Национального банка Республики Беларусь [2, с. 34–35].

Литература

1. Кошель, Н. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию банковских инноваций / Н. В. Кошель // Финансы и кредит. – 2010. – № 14. – С. 14–32.
2. Леонович, Т. Новые направления в развитии банковских услуг / Т. Леонович // Банк. вестн. – 2010. – № 12. – С. 32–35.
3. Мосейкин, Ю. Н. Банк Юга: новый инструмент развития / Ю. Н. Мосейкин // Банк. вестн. – 2009. – № 10. – С. 13–24.
4. Полещук, А. И. Коммерческие банки: новые услуги и инновационные технологии коммуникации / А. И. Полещук // Бизнес и банки. – 2010. – № 6. – С. 17–25.

ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ГЛАВНЫЙ ПРИЗНАК ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

А. Н. Литош

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

Научный руководитель С. С. Дрозд

Платежеспособность является важнейшей характеристикой финансово-экономической деятельности предприятия. Когда предприятие платежеспособно,

оно имеет множество преимуществ перед другими предприятиями в привлечении инвестиций, в получении кредитов, в выборе поставщиков, в подборе квалифицированных кадров. Предприятие выплачивает своевременно заработную плату рабочим и служащим, налоги в бюджет, взносы в социальные фонды, дивиденды акционерам, проценты по кредитам банкам.

Социально-экономическая ситуация, сложившаяся в Беларуси характеризуется спадом производства во многих отраслях промышленности. Серьезными проявлениями кризиса являются дезорганизация финансовой системы и потеря контроля за денежным обращением. Платежеспособность у большинства субъектов хозяйствования существенно ниже нормативных значений, имеются группы хронически неплатежеспособных организаций.

За 2011 г. убыточными были признаны 429 организаций, или 5 % от общего количества организаций (за 2010 г. – 438 организаций, или 5,1 %). Сумма чистого убытка убыточных организаций за 2011 г. составила 6,3 трлн р., или в 5,9 раза больше, чем за 2010 г. Распределение убыточных организаций по областям и г. Минску за 2011 г. (в процентах к итогу) представлено на рис. 1.

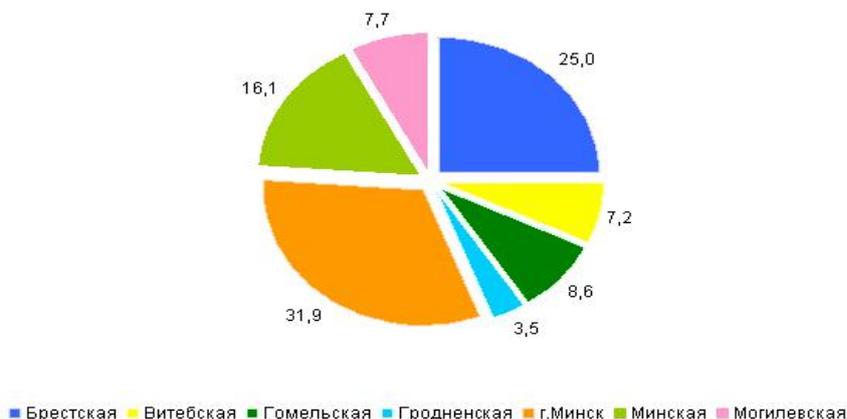


Рис. 1. Распределение убыточных организаций по областям и г. Минску за 2011 г.

Финансовое положение предприятия считается устойчивым, если оно покрывает собственными средствами не менее 50 % ресурсов необходимых для осуществления нормальной хозяйственной деятельности, эффективно использует финансовые средства, соблюдает финансовую кредитную и расчетную дисциплину.

Очень важно учитывать влияние на платежеспособность предприятия факторов, не зависящих непосредственно от его деятельности, так как организация может стать неплатежеспособной по субъективным причинам. К настоящему моменту практически все предприятия-импортеры, не занимающиеся одновременно и экспортом (в размерах, превышающих импорт), стали неплатежеспособными из-за отсутствия в 2011 г. возможности купить валюту для оплаты по внешнеторговым контрактам. Из-за того что предприятия не платили по долгам, возросла просроченная кредиторская задолженность, сократились запасы сырья. В конечном итоге предприятия не получили ожидаемой прибыли. Причем после устранения негативных внешних причин предприятиям потребуется время, чтобы возобновить сотрудничество с поставщиками.

Существуют критерии оценки платежеспособности, которые утверждены постановлением Совета Министров Беларуси № 1672 от 12 декабря 2011 г.

Для оценки платежеспособности предприятий и организаций используются коэффициенты платежеспособности:

- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;
- коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами.

Если четыре квартала подряд предприятие показывает недостаточный уровень коэффициентов, то его платежеспособность приобретает неустойчивый характер.

Основные показатели платежеспособности организаций Республики Беларусь (без банков, бюджетных организаций, страховых организаций, микроорганизаций и малых организаций без ведомственной подчиненности) представлены в таблице.

Показатели платежеспособности организаций Республики Беларусь

| Показатели платежеспособности, % | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами | 12,4 | 12,9 | 13,8 | 2,7 | -2,6 |
| Коэффициент текущей ликвидности | 147,6 | 154,3 | 175,7 | 163,6 | 167,2 |
| Коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами | 23,8 | 25,8 | 27,6 | 32,3 | 32,9 |

Очень негативно оценивается снижение коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами. А в 2010 г. он имеет отрицательное значение, что означает отсутствие у организаций собственных оборотных средств.

Рост коэффициента текущей ликвидности и значения коэффициента обеспеченности финансовых обязательств активами, не превышающие норматива, оцениваются положительно.

Платежеспособность предприятия можно повысить, если регулярно проводить различные мероприятия, которые устраняют причины и факторы снижения платежеспособности, а также способствующие повышению ликвидности активов. Это рост удельного веса оборотных активов в их составе, повышение доли ликвидности оборотных активов, ускорение оборачиваемости активов. Всегда актуально усиление контроля за платежными потоками. Формами предотвращения неплатежей покупателей являются авансовые платежи, предоплата.

Особое значение имеет управление дебиторской задолженностью, поскольку она ведет к прямому отвлечению денежных и других платежных средств из оборота.

С целью предотвращения неоправданного роста дебиторской задолженности рекомендуется:

- разработать политику оценки кредитоспособности покупателей и избегать дебиторов с высоким риском неоплаты, например покупателей, представляющих организации, отрасли или страны, испытывающие серьезные финансовые трудности;
- регулярно проводить анализ и ранжирование покупателей в зависимости от объемов закупок, истории кредитных отношений и предлагаемых условий оплаты;
- определять срок просроченных платежей на счетах дебиторов, сравнивая этот срок со средним по отрасли, с данными у конкурентов и с показателями прошлых лет;
- осуществлять мониторинг дебиторской задолженности (периода оборота, оборачиваемости, возраста дебиторской задолженности и т. д.) для своевременного выявления негативных тенденций и принятия соответствующих мер для их устранения;
- предоставлять скидки за сокращение сроков оплаты текущей задолженности.

Реализация вышеуказанных направлений позволяет повысить платежеспособность и, следовательно, финансовую устойчивость предприятий.

АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СФЕРЕ ТРУДОВЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н. В. Лозюк

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

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

В последнее время большее значение придают вопросам управления рисками в сфере трудовых и хозяйственных отношений, признавая, что производственные риски необходимо контролировать и регулировать, и что система охраны труда является жизненно необходимой для предотвращения несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Проблема риска, тем самым, является одной из ключевых концепций не только в производственной но и в финансовой сфере. Ведь чтобы выжить в условиях рыночных отношений, нужно решаться на внедрение технических новшеств и на смелые, решающие действия, а это усиливает риск.

Согласно Закону Республики Беларусь «Об охране труда» от 23 июня 2008 г. № 356-6 «профессиональным риском является вероятность повреждения здоровья или утраты трудоспособности, либо смерти работающего в результате воздействия вредных и опасных производственных факторов».

В целях сокращения производственного травматизма на производстве в Республике Беларусь проводится целенаправленная государственная политика в области охраны труд, создана соответствующая нормативно-правовая база; регулирующая отношения в этой области. В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 530 «О страховой деятельности» защитным экономическим механизмом является система обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Введению системы способствовала значительная работа по подготовке и заключению международно-правовых договоров, участницей которых Республики Беларусь стала в процессе формирования единой социальной политики.

Данный вид страхования был введен не так уж и давно, с 1 января 2004 г. Декретом Президента Республики Беларусь от 30 июля 2003 г. № 18 с изменениями и дополнениями и рядом принятых в его развитие (или наряду с ним) нормативных правовых актов законодательного и подзаконного уровней, однако за это время сделано не мало:

- проведена регистрация всех страхователей;
- от предприятий, организаций и индивидуальных предпринимателей приняты все дела потерпевших, по которым они производили выплаты в возмещение вреда жизни, здоровью работников;
- назначены и осуществляются страховые выплаты;
- совершенствуется законодательство в области страхования, конкретизируется субъектный состав участников страховых обязательств, правовой статус и др.

Несмотря на развитие в данной области, проблема снижения профессионального риска остается быть одной из ключевых в деятельности любой организации.

По итогам работы государственного надзора Департаментом государственной инспекции труда в 2011 г. выявлено *свыше 90 тыс. нарушений законодательства* о труде и об охране труда. Из-за нарушений требований охраны труда *приостановилась работа более 300 цехов и более 4000 единиц станков* и другого производственного оборудования. Привлечено к административной ответственности за 2010 г.

в виде штрафа 4946 должностных лиц и 2302 нанимателей. Отстранены от работы в соответствии со ст. 49 Трудового кодекса Республики Беларусь более 4000 работников. Привлечено к дисциплинарной ответственности 4426 должностных лиц, из них 188 уволено. Погибли 197 человек. Динамика несчастных случаев на производстве со смертельным исходом представлена на следующем рис. 1.

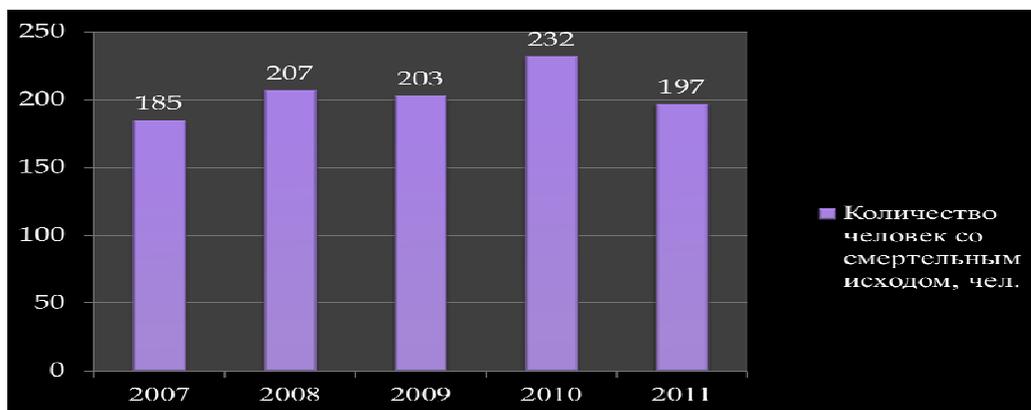


Рис. 1. Динамика количества несчастных случаев со смертельным исходом в Республике Беларусь

Вместе с тем, проведенный мониторинг причин несчастных случаев показывает, что 75 % всех причин несчастных случаев – это причины обусловленные поведением человека в процессе труда, а именно неисполнением обязанностей по охране труда; 5 % – число несчастных случаев по производственным причинам; 20 % – различные совокупные причины.

Так, только ежегодные страховые выплаты за счет средств обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в республике составляют свыше 180 млрд р.

Величина страховых взносов и страховых выплат по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (в млн р.) за период с 2004 по 2010 г. (ежегодные итоги)

| Параметр | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Страховые взносы | 101063,3660 | 137646,5632 | 145635,1421 | 164289,7787 | 210385,8525 | 233361,8082 | 274854,0041 |
| Страховые выплаты | 51495,2544 | 78955,4588 | 100809,2972 | 118921,4675 | 141535,9652 | 160273,5959 | 186048,9390 |

Заключение. Для создания эффективной системы необходимо говорить о системной взаимосвязи нормативных правовых актов и локальных документов, регламентирующих вопросы охраны труда в Республике Беларусь. Во-вторых, экономически заинтересовывать страховщика в сокращении несчастных случаев, что со временем, активизирует его роль в расследовании несчастных случаев и разработке превентивных мероприятий. В-третьих, разработать единые критерии и методы оценки социально-экономической безопасности в организациях; В-четвертых, воспитания у субъектов трудовой деятельности осознанного стремления к реализации мер безопасности и комфорта труда; В-пятых, следует обес-

печить баланс между размерами санкций за недостоверную информацию и санкций в связи с самим несчастным случаем на производстве. В-шестых, необходимо рассмотреть вопрос возможности применения европейских американских и других международных стандартов (DIN, EN, ASTM, ASME, ANSI, API) для проектирования и изготовления поднадзорного оборудования, т. е. разработка новых и актуализация действующих национальных технических регламентов, соответствующих требованиям международных стандартов.

ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ РУП «ГЗЛИН»

А. В. Куприенко

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

В современной коммерческой практике широкое распространение получила реализация товаров (работ, услуг) с отсрочкой платежа. В результате таких операций на счетах предприятия формируется дебиторская задолженность. Таким образом, особую актуальность приобретает вопрос эффективного управления дебиторской задолженностью, цель которого – оптимизация ее общей величины и обеспечение ее своевременного погашения, так как умелое и эффективное управление является неотъемлемым условием поддержания требуемого уровня ликвидности и платежеспособности.

Наиболее значимым инструментом управления дебиторской задолженностью является кредитная политика предприятия.

В процессе ее формирования решаются два основных вопроса:

- 1) в каких формах осуществлять реализацию товаров в кредит;
- 2) какой тип кредитной политики взять за основу.

В процессе выбора типа кредитной политики должны учитываться следующие основные факторы:

- общее состояние экономики, определяющее финансовые возможности покупателей;
- уровень платежеспособности;
- сложившаяся конъюнктура товарного рынка, состояние спроса на продукцию;
- потенциальная способность предприятия наращивать объем производства продукции при расширении возможностей ее реализации за счет предоставления кредита;
- правовые условия обеспечения взыскания дебиторской задолженности;
- финансовые возможности предприятия в части отвлечения средств в дебиторскую задолженность;
- уровни допустимого риска в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

При выборе типа кредитной политики на предприятии основной акцент ставится на приоритетных целях развития. Различают три типа кредитной политики: консервативный, умеренный и агрессивный.



Рис. 1. Типы кредитной политики

Механизмом реализации политики консервативного типа политики является:

- существенное сокращение круга покупателей продукции в кредит за счет групп повышенного риска;
- минимизация сроков предоставления кредита и его размера;
- ужесточение условий предоставления кредита и повышение стоимости;
- использование жестких процедур инкассации дебиторской задолженности.

Умеренный тип кредитной политики предприятия характеризует типичные условия ее осуществления, ориентируется на средний уровень кредитного риска при продаже продукции с отсрочкой платежа.

Механизмом реализации агрессивного типа политики является:

- распространение кредита на более рискованные группы покупателей продукции;
- увеличение периода предоставления кредита и его размера;
- снижение стоимости кредита до минимально допустимых размеров.

Комплекс задач, определяемых целями кредитной политики, решение которых будет способствовать, в том числе сокращению дебиторской задолженности, включает в себя:

- определение кредитных лимитов;
- контроль сроков погашения дебиторской задолженности и принятие последующих мер по ее взысканию (напоминание, санкции и т. п.);
- сбор и управление информацией о покупателях (заказчиках);
- оценку платежеспособности покупателя (заказчика);
- контроль платежных условий заказов;
- мониторинг дебиторской задолженности;
- анализ, планирование и контроль кредитных и долговых отношений;
- коммуникацию со службами маркетинга, ценообразования и др. [12, с. 288].

На данный момент на ГП «ГЗЛиН» на практике не применяется такой инструмент управления дебиторской задолженностью как предоставление скидок за оплату ранее установленного в договоре срока. Рассмотрим перспективы применения данного инструмента воздействия на дебиторскую задолженность на предприятии.

Таблица 1

Исходные данные для анализа

| Показатель | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. Фактический объем реализации, млн р. | 465671 | 465671 | 465671 | 465671 |
| 2. Увеличение объемов реализации, % | 20* | 20* | 10* | 20* |
| 3. Скидка, % | 2* | 3* | 2* | 3* |
| 4. Срок, в течение которого действует скидка, дни | 20 | 20 | 10 | 10 |
| 5. Срок коммерческого кредита, дни | 50 | 60 | 40 | 60 |
| 6. Фактический средний срок оборачиваемости дебиторской задолженности, дни | 143 | 143 | 143 | 143 |
| 7. Погашение задолженности покупателями, не воспользовавшимися скидкой, дни | 80 | 90 | 90 | 70 |
| 8. Себестоимость, % от реализации | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 9. Доля продаж, задолженность по которым погашается в течение срока действия скидки, % | 70 | 60 | 70 | 60 |
| 10. Альтернативные расходы в год, % | 20 | 20 | 20 | 20 |

* Согласно результатам оценки эластичности спроса по условиям платежа.

Расчет экономического эффекта от изменения кредитной политики на РУП «ГЗЛиН» по вариантам представлен в табл. 2

Таблица 2

Расчет экономического эффекта по вариантам

| Показатель | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. Прирост объемов реализации (п. 1 · п. 2) (ΔRP) | 93134,2 | 93134,2 | 46567,1 | 93134,2 |
| 2. Средний срок оборачиваемости дебиторской задолженности (п. 9 · п. 4 + (1 – п. 9) · п. 7) (OD_{cp}) | 38 | 48 | 34 | 34 |
| 3. Фактический уровень дебиторской задолженности (п. 1 · п. 6/365) (DZ_{ϕ}) | 182543,03 | 182543,03 | 182543,03 | 182543,03 |
| 4. Прогнозируемый уровень дебиторской задолженности ($\Delta RP + п. 1 \cdot OD_{cp}/365 \cdot (DZ_{np})$) | 58176,93 | 73486,68 | 47638,14 | 58176,93 |
| 5. Высвобождение средств ($DZ_{\phi} - DZ_{np}$) BC | 124366,1 | 109056,35 | 134904,89 | 124366,1 |
| 6. Прибыль от прироста продаж ($\Delta RP \cdot (1 - п. 8)$) (PR_{pp}) | 18626,84 | 18626,84 | 9313,42 | 18626,84 |
| 7. Альтернативные доходы (BC · п. 10) (D_{alt}) | 24873,22 | 21811,27 | 26980,98 | 24873,22 |
| 8. Альтернативные расходы ($((\Delta RP + п. 1) \cdot п. 5) \cdot п. 3$) (P_{alt}) | 5588,05 | 10058,49 | 4097,9 | 10058,49 |
| 9. Эффект от принятия измененной кредитной политики ($PR_{pp} + D_{alt} - P_{alt}$) | 37912,01 | 30379,62 | 32196,5 | 33441,57 |

Из расчетов видно, что для предприятия наиболее эффективным является 1 вариант кредитной политики, так как он альтернативные доходы покрывают альтернативные расходы, то есть можно принимать решение об ее изменении.

Предполагаемый экономический эффект от применения 2 % скидки при сроке коммерческого кредитования в 50 дней и сроке действия скидки в течении 20 дней составил 37912,01 млн р.

Литература

1. Аносов, В. М. Об организации управления финансовыми ресурсами за рубежом / В. М. Аносов // Экономика, финансы, управление. – 2009. – № 11. – С. 50–51.
2. Бабин, М. И. Политика управления дебиторской задолженностью / М. И. Бабин // Финансовый менеджмент. – 2008. – № 10. – С. 27.
3. Вариотская, Н. М. Формирование кредитной политики на предприятии в отношении покупателей, или как успешно управлять дебиторской задолженностью / Н. М. Вариотская // Планово-эконом. отд. – 2009. – № 9. – С. 59–61.
4. Милых, И. М. Кредитная политика предприятия как инструмент управления дебиторской задолженностью / И. М. Милых // Консультант. – 2011. – № 6. – С. 6–10.
5. Мультен, Г. В. Финансы и управление ими / Г. В. Мультен // Финансы, учет, аудит. – 2009. – № 6. – С. 6–7.
6. Остапенко, В. В. Финансы предприятий / В. В. Остапенко. – М. : ОМЕГА-Л, 2008. – 85 с.

Секция VI МЕНЕДЖМЕНТ

ЧТО ПРЕПЯТСТВУЕТ АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Я. А. Меллер

Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск

Научный руководитель В. Ф. Байнев

Инновационная деятельность должна вывести белорусскую экономику на новый этап развития, приближенный к уровню высокоразвитых стран. Именно поэтому на государственном уровне принимается ряд мер, направленных на то, чтобы инновации стали тем действенным рычагом, который будет способствовать повышению эффективности функционирования отечественных предприятий, их конкурентоспособности и улучшению качества жизни людей, соответственно.

Нельзя не признать тот факт, что за последние 5–10 лет ситуация в промышленном комплексе Республики Беларусь улучшилась. Об этом свидетельствуют данные статистики. К примеру, рентабельность реализованной продукции по предприятиям промышленности увеличилась с 10,2 % в 2005 г. до 18,1 % в 2010 г., постепенно повышается удельный вес отгруженной инновационной продукции (с 10,9 % в 2009 г. до 14,5 % в 2010 г.) [1].

Вместе с тем, остается масса нерешенных проблем, которые оказывают дестимулирующее влияние на активизацию инновационной деятельности. Согласно данным Национального статистического комитета, это, прежде, всего экономические и производственные факторы (табл. 1).

Таблица 1

Факторы, препятствующие инновационной деятельности организаций промышленности в 2010 г.

| Экономические | Производственные | Другие |
|--|--|---|
| Недостаток собственных денежных средств | Низкий инновационный потенциал организаций | Низкий спрос на инновационную продукцию |
| Недостаток финансовой поддержки со стороны государства | Недостаток квалифицированного персонала | Несовершенство законодательства по вопросам регулирования и стимулирования инновационной деятельности |
| Низкий платежеспособный спрос на новые продукты | Недостаток информации о новых технологиях | Неопределенность сроков инновационного процесса |
| Высокая стоимость нововведений | Недостаток информации о рынках сбыта | Неразвитость инновационной инфраструктуры |
| Высокий экономический риск | Невосприимчивость организаций к нововведениям | Неразвитость рынка технологий |
| Длительные сроки окупаемости нововведений | Недостаток возможностей для кооперирования с другими организациями | |

Нами было проведено анкетирование среди 75 предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь, в результате которого удалось выявить следующие факторы, которые препятствуют активизации инновационной деятельности и улучшению ее показателей.

Выделены 10 основных причин.

1. Преобладание III технологического уклада. Мировая экономика, как справедливо отмечает академик Российской Академии Наук Сергей Глазьев, развивается за счет смены технологических укладов [2]. Развитые страны переходят уже к шестому технологическому кладу, в то время как в Беларуси редко встречается даже IV.

2. Крайне высокий уровень износа основных производственных средств на предприятиях.

3. Нехватка собственных денежных средств и высокая стоимость инноваций.

4. Ограниченный платежеспособный спрос на инновации.

5. Сопротивление инновациям со стороны работников предприятий.

6. Несовершенство законодательства в области инновационной деятельности.

7. Недостаточно гибкие организационные структуры управления предприятиями.

8. Возникновение противоречий между республиканскими, региональными органами управления и самими предприятиями.

9. Слабые связи между научными организациями и производственными предприятиями.

10. Недостаточное распространение современных способов коммерциализации нововведений.

Очевидно, что это далеко не полный список факторов, которые не только не способствуют улучшению результативности инновационной деятельности, но и во все ограничивают ее. Однако механизм стимулирования инновационной деятельности промышленных предприятий должен быть направлен, в первую очередь, на устранение, выше перечисленных проблем. Это не простая задача, которую решить одномоментно не представляется возможным. Необходим комплексный механизм, направленный на комплексное решение проблем.

На наш взгляд, способствовать решению данных проблем будут финансовые, правовые, организационные рычаги и меры, направленные на стимулирование непосредственных участников инновационной деятельности на предприятиях (табл. 2).

Таблица 2

**Меры, направленные на стимулирование инновационной активности
промышленных предприятий Республики Беларусь**

| Финансовые | Организационные | Правовые | Направленные на стимулирование сотрудников |
|--|---|---|--|
| Целевое использование средств инновационных фондов | Совершенствование структур управления инновационной деятельностью на предприятиях | Дифференциация предоставляемых государством льгот предприятиям в зависимости от уровня их инновационности | Совершенствование системы стимулирования персонала предприятия (использование всех видов и форм стимулирования: материальное, косвенно-материальное, нематериальное) |

Окончание табл. 2

| Финансовые | Организационные | Правовые | Направленные на стимулирование сотрудников |
|---|---|---|---|
| Использование финансового лизинга, проектного и венчурного финансирования | Улучшение информационного и технического обеспечения инновационной деятельности | Унификация норм Положения о рационализаторстве с нормами трудового законодательства | Адресное предоставление стимулов в соответствии с оценкой индивидуального вклада каждого сотрудника в общий результат |
| Формирование финансово-промышленных групп на базе предприятий | | Включение рацпредложений в перечень охраняемых объектов интеллектуальной деятельности | |
| Развитие синдицированного кредитования | | | |
| Ускоренная амортизация | | | |

Данные меры будут способствовать созданию благоприятных условий для инновационной деятельности. Иными словами, они напрямую могут не повлиять на ее результаты, но призваны активизировать инновационные процессы на предприятиях, а на существующем этапе развития экономики Республики Беларусь это имеет первостепенное значение.

Литература

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 05.04.2012.
2. Глазьев, С. России необходимо формирование нового технологического уклада [Электронный ресурс] / С. Глазьев. – Режим доступа: http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=6b85f9c1-8947-46b1-9f20-78aeabd2a473&_Language=ru. – Дата доступа: 05.04.2012.

РОЛЬ ОБЩЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖЕРА

А. В. Иванюшина

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Научный руководитель А. В. Мучинский

*Единственная настоящая роскошь –
это роскошь человеческого общения.*

Антуан де Сент-Экзюпери

Эффективное общение необходимо всем работникам предприятия или организации. Но, в первую очередь, оно необходимо руководителям.

Когда мы говорим об общении менеджера, речь идет о роли общения в современном деловом взаимодействии. Грамотный менеджер не решает проблему сам, но создает условия для ее эффективного выполнения. В русле современных тенденций

общение менеджера включает не только деловые обсуждения, но и неделовые беседы, «малый разговор» о личных интересах, семье, хобби и др. Деловое общение, содержанием которого является то, чем заняты люди, а не те проблемы, которые затрагивают их внутренний мир, включено в продуктивную совместную деятельность людей как частный элемент. В настоящее время границы между деловым, социально-ролевым и межличностным общением размываются. Поэтому менеджеру сегодня недостаточно владеть только деловым общением, в узком понимании этого слова. То, что ранее относилось к социально-ролевому и личностному уровням общения, теперь должно включаться в деловое общение. Менеджер во многом будет ориентироваться на развитие межличностных отношений в деловой среде – с сотрудниками, партнерами, клиентами.

Сотрудничество в процессе труда требует постоянного контакта, обмена информацией. Руководители дают указания, поручения, директивы, запросы на нижние уровни управления; подчиненные отчитываются о выполнении работы, дают заявки на ресурсы, высказывают предложения по улучшению работы, выражают жалобы; взаимодействуют между собой подразделения, координируя свою деятельность; общаются между собой люди, стоящие на одном уровне, с целью более эффективного выполнения работы и т. д.

Важной составной частью общения в коллективах является неофициальное общение, удовлетворяющее потребность в отношениях с другими людьми и служащие источником информации, относящейся к работе, которая не обеспечивается по официальным каналам.

Общение – это взаимодействие людей, обмен мнениями между ними. Эффективный обмен мнениями требует больше, чем просто передачу данных. Он требует, чтобы человек, передающий сообщение и тот, кто принимает, обладали определенным умением (говорить, писать, слушать, читать и т. д.), достаточным для того, чтобы обмен мнениями был успешным.

В результате общения совершается обмен информацией, достигается взаимопонимание, происходит взаимовлияние, вырабатывается определенная позиция друг к другу. В социальной психологии выделяют следующие характеристики общения:

Ориентация общения. Ориентация общения может быть общественно и лично направленной. В первом случае мотивы и весь комплекс, составляющий общение, подчинены общественным целям и задачам. Это относится как к группе, коллективу, так и отдельному работнику. Во втором – задачи общения подчинены личным мотивам и целям.

Психологическая оснащенность общения. Сюда, следует отнести речь, чувства, эмоции, мимику, пантомимику, жесты, движения. Речь несет главную нагрузку в общении, поскольку в ней закреплено содержание общения. Однако при всей значимости речи нельзя отбрасывать невербальные средства общения.

Степень опосредования общения. Контактующие стороны могут общаться непосредственно лицом к лицу, но могут вклиниваться и промежуточные звенья. Ими могут быть другие люди, механизмы (телефон, радио, телевидение), предметы, несущие информационную нагрузку.

Общение – это обмен информацией, и он будет успешным, если информация будет поступать от инициатора к получателю и обратно, или, по меньшей мере, инициатор должен что-либо знать о реакции принимающего. Исследования показали, что при наличии обратной связи процесс обмена информацией происходит несколько медленнее, однако он является более точным, эффективным и повышает уверенность в правильной интерпретации полученной информации.

Значительная часть рабочего времени руководителя (около 80 %) тратится на общение в различных формах: (письмо, чтение, разговор или слушание), большая половина которого идет на устное общение.

Любой словесно-коммуникативный контакт руководителя (деловая беседа, выступление, прием посетителей, разговор по телефону) может условно разбить на три фазы: вхождение в контакт, основная часть и выход из контакта. От того, как сумеет руководитель войти в контакт с собеседником или аудиторией зависит успех всей беседы или выступления. Эта фаза предполагает создание непринужденной деловой обстановки и введение темы. Опытные ораторы для привлечения внимания аудитории пользуются специальными приемами.

Основная часть включает содержание выступления (мысли, идеи, аргументы), которые с помощью вербальных и невербальных средств доносятся до слушателей.

Не менее важной является фаза выхода из контакта. Чтобы основная часть не оказалась смазанной, необходимо обязательно акцентировать окончание беседы или выступления. Специалисты советуют: завершайте беседу действием. Например, сделайте запись в блокнот на глазах у подчиненного. В конце выступления необходимо кратко и четко подвести итоги или еще раз по пунктам повторить основные выводы и поблагодарить слушателей за внимание. К примеру, вот как могут выглядеть начала первой и последней фраз руководителя при проведении совещания: «Я пригласил Вас для того, чтобы...», «Итак, – мы договорились, что...».

Результаты коммуникации часто не достигают цели по различным причинам. К числу факторов, отрицательно влияющих на общение, следует отнести барьеры общения.

Каждый человек стремится к тому, чтобы его понимали. Барьеры общения – это препятствия на пути к пониманию. Рассмотрим самые распространенные.

Барьеры восприятия. Даже одно событие люди видят по-разному. Восприятие человека выборочно, поэтому передавая информацию, он фокусирует внимание на деталях, которые считает важными. Их значение для собеседника может быть совершенно иным. Не стоит сразу отвергать информацию как неинтересную и бесполезную, лучше проанализировать ее, опираясь на свои представления.

Посредники. Проблема делового общения – большое число посредников. Проходя через секретарей, помощников, коллег и т. д., информация может «потеряться» или измениться до неузнаваемости (вспомним детскую игру «Глухой телефон»). Для повышения эффективности общения число посредников стоит свести к минимуму.

Барьеры речи. Когда в деловом общении возникают ситуации непонимания, то на 90 % они связаны не с тем, что вас неправильно поняли (не способны понять или не хотят сделать этого), а с тем, что не удалось ясно, последовательно, убедительно изложить свою точку зрения.

Жаргон и специальные термины, обилие эмоционально окрашенных слов или, напротив, сухой, канцелярский стиль часто препятствуют пониманию. Говорите с партнером на его языке.

Стиль общения и манера разговора:

- Разговор на повышенных тонах, эмоциональный барьер.

Большая часть информации, произнесенная таким тоном, просто теряется. Собеседник воспринимает только негативный эмоциональный настрой и реагирует также. Поэтому, даже если вы раздражены, постарайтесь говорить максимально спокойно.

- Утверждение вместо обсуждения.

«Есть два мнения – одно мое, другое ошибочное», – не лучшая установка, если хотите быть поняты. Слушайте собеседника, попытайтесь найти точки соприкосновения, общее в ваших суждениях, и опирайтесь на это.

- Приказы и советы.

Когда у вас просят совета, дайте его, если считаете нужным. Однако это единственный случай, когда стоит советовать, в большинстве же случаев советов и приказов стоит избегать. Они звучат как утверждение своего превосходства над собеседником и невольно вызывают ответную негативную реакцию: «Кто-то ты такой, чтобы мне приказывать/советовать? Какое твое дело?».

- Превозношение своих заслуг.
- Обобщения, глобальные выводы из отдельных случаев.
- Ирония, язвительность.

Юмор хорош только тогда, когда шутки доставляют удовольствие обоим партнерам.

Неумение слушать. Общение – процесс двухсторонний. Чтобы внушить подчиненным стремление хорошо трудиться и проявлять инициативу, нужно уметь внимательно слушать. Именно здесь кроется разница между посредственной компанией и выдающейся компанией. О важности умения выслушать собеседника говорили многие известные люди:

«Хорошему менеджеру нужно уметь слушать, по крайней мере, так же, как уметь говорить. Слишком много людей не может уразуметь, что подлинное общение – процесс двусторонний». Ли Яккока.

«Природа наделила человека одним языком, но двумя ушами с тем, чтобы мы могли услышать от других вдвое больше, чем высказать». Эпиктет.

«Существует только один способ стать хорошим собеседником – уметь слушать». К. Мерли.

«Множество людей могут говорить хорошие вещи, но очень немногие умеют слушать так, как этого требует сила ума». Р. Тагор.

«Люди учатся, как говорить, а главная наука – как и когда молчать». Л. Н. Толстой.

«Cum tacent, clamant» (лат. Когда молчат, кричат). Цицерон.

Неумение слушать мешает многим руководителям устанавливать хорошие взаимоотношения с людьми, а, следовательно, не способствует поддержанию авторитета. Такие руководители считают, что они обладают монополией на истину и большую часть времени говорят сами. Это оправдано только в том случае, когда необходимо убедить в чем-то подчиненного и побудить его действовать в нужном направлении. Но в большинстве случаев общение между руководителем и подчиненными носит характер беседы или совещания, когда надо узнать мнение человека или привлечь коллективный разум для решения возникшей проблемы. То есть руководитель собирает необходимую информацию для принятия управленческих решений. А как можно собрать информацию не обладая умением слушать? И управлять успешно в этом случае невозможно.

Литература

1. Столяренко, Л. Д. Основы психологии : учеб. пособие / Л. Д. Столяренко. – 11-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 672 с.
2. Бодалев, А. А. Психология общения. Избранные психологические труды / А. А. Бодалев. – М. : Москов. психосоц. ин-т, 2002. – 319 с.
3. Бодалев, А. А. Познание человека человеком / А. А. Бодалев. – М. : Речь ООО, 2005. – 323 с.

4. Семенов, А. К. Психология и этика менеджмента и бизнеса / А. К. Семенов, Е. Л. Маслова. – М. : Информ.-внедрен. центр «Маркетинг», 2000. – 200 с.
5. Ефимчик, Е. Е. Человеческий фактор в управлении : конспект лекций / Е. Е. Ефимчик. – 2-е изд., доп. – Минск : БГАТУ, 2009. – 196 с.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ

К. И. Соловей

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Научный руководитель Л. В. Федосенко

В отечественной экономике существует сложная ситуация с основным капиталом. Износ активной части основных средств достиг в промышленности порядка 60 %, а коэффициент выбытия, который характеризует ликвидацию устаревшего оборудования, находится в пределах 1 % [1]. Вместе с тем, в январе 2012 г. объем инвестиций в основной капитал в Беларуси снизился по сравнению с аналогичным периодом 2011 г. в сопоставимых ценах на 11,4 % [2]. Этому способствовал ускоренный рост цен, а также обесценивание национальной валюты. Реализация инвестиционных проектов осуществлялась, в основном, за счет собственных средств организаций и кредитных ресурсов, включая кредиты иностранных банков и кредиты по иностранным кредитным линиям. На их долю в 2011 г. приходилось 73,8 % всего объема инвестиций в основной капитал, в 2010 – 65,2 % [3]. Ситуация на финансовом рынке оказала влияние на структуру инвестиционного капитала и заставила обратить внимание на альтернативные традиционным источники финансирования развития экономики. В настоящее время белорусский рынок капиталов предоставляет кредиты неохотно и под высокие процентные ставки. В декабре 2011 г. средняя полная процентная ставка по новым кредитам банков в белорусских рублях сложилась на уровне 51,1 % годовых. В январе 2012 г. этот же показатель составил 51,2 % годовых [4]. Динамика ставок по вновь выданным рублевым кредитам представлена на рис. 1.

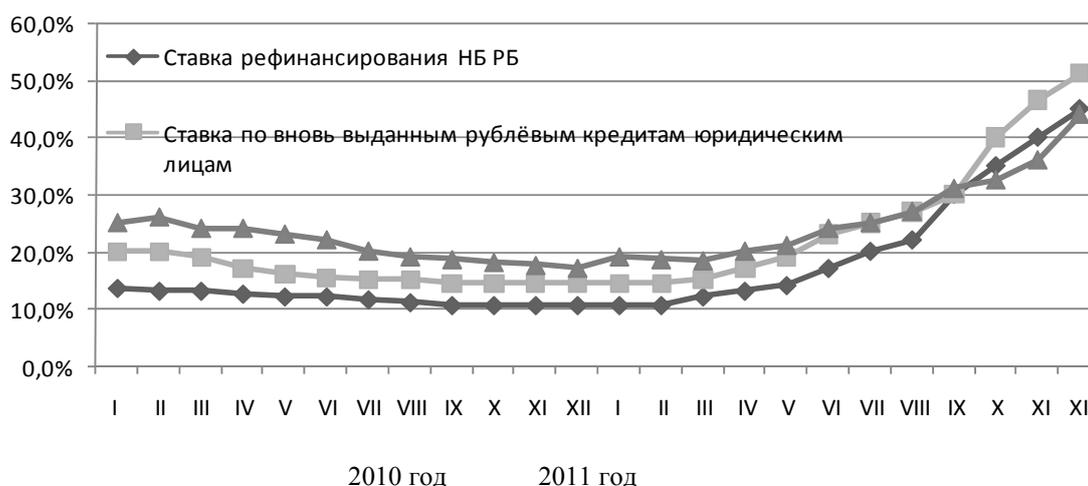


Рис. 1. Динамика ставок по вновь выданным рублевым кредитам в 2010–2011 гг. [4]

Не каждое белорусское предприятие может согласиться на такие условия, в силу отсутствия возможности их выполнения. Поэтому задача поиска дополнительных источников финансирования экономики, сегодня актуальна для отечественного бизнеса как никогда ранее. В этой ситуации на помощь могут прийти ресурсы банков, заработанные на рынке ценных бумаг. Вместе с тем, согласно нормативам участия банка в уставных фондах других коммерческих организаций, банки Беларуси не могут инвестировать в долевые ценные бумаги одной коммерческой организации более 5 % от нормативного капитала банка, а норматив предельного размера участия в уставных фондах коммерческих организаций в совокупности устанавливается в размере не более 25 % от нормативного капитала банка [5].

Такие ограничения не позволят банкам полностью удовлетворить потребности отечественных предприятий в ресурсах. Как альтернативный источник финансирования развития экономики через банковский сектор можно рассматривать фонды банковского управления, которые доказали свою эффективность на зарубежных рынках.

В Республике Беларусь, согласно Указу Президента № 131, с 1 мая 2010 г. по 31 декабря 2012 г. проводится эксперимент по созданию при ОАО «Белорусский банк развития и реконструкции «Белинвестбанк» и «Приорбанк» ОАО фондов банковского управления [5].

Фонд банковского управления (ФБУ) – это форма инвестирования, которая заключается в объединении банком денежных средств множества частных лиц и предприятий для профессионального управления ими с целью получения прибыли на финансовом рынке. ФБУ рассчитаны на клиентов, которые сознательно раскладывают свои сбережения в разные «корзины» и стремятся приумножить свой капитал за счет инвестиций на финансовом рынке.

Сегодня в Республике Беларусь проводится эксперимент в области банковского управления по 4 инвестиционным стратегиям: ФБУ «Райффайзен Актив – BYR», ФБУ «Райффайзен Актив – USD», фонд банковского управления «Престиж» и фонд банковского управления «Доходный».

Преимуществом фондов банковского управления является высокая надежность, так как имущество фонда обособляется от имущества банка. В то же время банк, при необходимости, обязан выплатить денежные средства за свой счет с последующим возмещением их за счет имущества фонда. В соответствии с указом № 131 доходы вверителей, полученные от участия в фонде, не являются объектами налогообложения для исчисления налогов [5].

Однако следует отметить, что созданные при банках ФБУ не выполняют главной задачи – развитие реального сектора экономики. У Российских общих фондов банковского управления есть возможность инвестировать не только в местные ценные бумаги, но и зарубежные, как долевые, так и долговые. Отечественные ФБУ инвестируют средства вверителей только в государственные ценные бумаги и размещают средства на межбанковском рынке. В нынешней ситуации, даже после создания ФБУ у отечественных предприятий не появляются новые источники привлечения средств. Фондовый рынок остается на прежнем уровне развития. Существует необходимость выхода отечественных ФБУ на рынок долевых ценных бумаг, что сужает поле деятельности для инвестора.

Вместе с тем, необходимость развития ФБУ в Беларуси очевидна. Она обусловлена формированием новых эффективных механизмов, позволяющих банкам расширить свои возможности по привлечению и размещению денежных средств, а физическим и юридическим лицам получить альтернативу традиционным инструментам финансового рынка.

Литература

1. Комментарий недели. Как Беларусь может стать конкурентоспособной? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.tut.by/economics>.
2. Инвестиции в основной капитал в Беларуси снизились в январе на 11,4 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.belta.by.
3. Аналитическое обозрение «Основные тенденции в экономике и денежно–кредитной сфере Республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nrb.by/publications/ectendencies/>.
4. Национальный банк Республики Беларусь – Статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nrb.by/statistics/sref.asp>.
5. Об утверждении Инструкции о нормативах безопасного функционирования для банков и небанковских кредитно-финансовых организаций : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь, 28 сент. 2006 г., № 137 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
6. О проведении эксперимента по созданию фондов банковского управления : Указ Президента Респ. Беларусь, 3 марта 2010 г., № 131.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМ РИСКОМ В БАНКЕ

В. А. Митина

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Шердакова

Кредитные операции – основа банковского бизнеса, поскольку являются главной статьёй доходов банка. Но эти операции связаны с риском невозврата ссуды, которому в той или иной мере подвержены банки в процессе кредитования клиентов. Именно поэтому мы можем считать кредитный риск одним из важнейших объектов изучения в управлении банком.

Как правило, решение о выдаче кредита основано на оценке финансового состояния кредитополучателя за прошедший период и стоимости залогового обеспечения. Банки не используют систему раннего предупреждения или анализ чувствительности портфеля к изменению параметров рынка – стресс-тестирование, которое позволяет оценить возможные потери в случае резких колебаний рыночного риска, вплоть до моделирования кризисных ситуаций. Основным препятствием на пути развития таких систем является отсутствие адекватных статистических данных, многие банки лишь недавно приступили к сбору соответствующей информации.

В то же время, чем ниже уровень риска, тем, естественно, меньше может оказаться прибыль банка, так как операции с высокой степенью риска более прибыльные. Следовательно, основной целью банка является нахождение оптимального соотношения между степенью риска и доходностью по кредитным операциям при помощи эффективного управления кредитным риском, что реализуется посредством разработки и внедрения практических мероприятий по снижению риска неплатежа по ссудам.

Сейчас банковская система Республики Беларусь находится в сложном финансовом положении в связи с задержками платежей, ростом курса доллара, падением курса рубля, повышением цен. Это отражено в статистических данных Национального банка Республики Беларусь. Согласно этим данным за 2011 г. проблемная задолженность по кредитам выросла почти в три раза. На 1 января 2012 г. она составила 304,9 млрд р. За год общий объем кредитов, выданных физическим лицам, вырос на 41 % почти до 32 трлн р. Только за декабрь 2011 г. объем кредитования вырос на 2 %.

Проблемная задолженность в иностранной валюте на 1 января 2012 г. составляла 24,6 млн дол. По сравнению с началом 2011 г. она выросла на 13,4 % (на 2,5 % только за декабрь).

Эксперты международного рейтингового агентства Standard & Poor's в начале 2012 г. прогнозировали рост объема проблемных кредитов банков вплоть до пикового значения [1].

В условиях существования такого уровня риска и связанных с ним потерь возникает потребность в определении механизма, который бы позволил наилучшим способом учитывать риск при принятии и реализации управленческих решений. Таким механизмом является управление кредитным риском.

Управление кредитным риском – это совокупность методов, приемов и мероприятий, позволяющих прогнозировать наступление рискованных событий и принимать меры к исключению или снижению отрицательных последствий наступления рискованных событий [2, с. 199].

Среди возможных стратегий управления риском можно выделить основные: стратегия диверсификации, стратегия лимитирования, высокорисковая стратегия и стратегия минимизации рисков.

Диверсификация риска является, пожалуй, наиболее сложным и интересным, требующим высокого профессионализма методом управления риском.

Под диверсификацией вложений понимают распределение капитала между различными видами кредитов, компаниями, клиентами, отраслями и регионами. В этих случаях возможное неполучение дохода по одним кредитам может быть в определенной мере компенсировано получением доходов по другим кредитам. Важнейшим условием диверсификации вложений является независимость объектов вложения капитала.

Преимуществом стратегии является возможность обеспечения рационального соотношения доходности и надежности банка. *А недостатками* являются: вероятность некоторого снижения рентабельности и ухудшения рыночных позиций банка как следствие вынужденного отказа от многих высокоэффективных мероприятий и высокодоходных финансовых операций; методическая сложность практического определения рационального соотношения в процессе диверсификации операций.

В настоящее время диверсификацию риска осуществляют в Республике Беларусь коммерческие банки. Так, в процессе привлечения средств на депозитные вклады банки ориентируются не только на крупные депозиты фирм, но и небольшие вклады многочисленных физических лиц. Это – разумная и оправданная диверсификация, поскольку защищает банк от внезапного изъятия большой массы вкладов. С другой стороны, при определении банком своей кредитной политики в расчет принимаются не только запросы крупных, высокоприбыльных фирм, но и малого бизнеса и частных лиц. Это снижает банковский кредитный риск, так как страхует от невозврата значительных денежных сумм.

Лимитирование – наиболее активно используемый банками инструмент управления рисками. Под лимитированием понимается установление лимита, т. е. предельных сумм расходов, продажи, кредита и т. п. Оно является важным средством снижения степени риска и применяется банками при выдаче ссуд при заключении договора на овердрафт (предоставление кредита наиболее надежным клиентам) при продаже товара в кредит по кредитным карточкам, дорожным чекам и т. п.; инвестором – при определении сумм вложения капитала и т. п.

Фактический текущий уровень совокупного риска банка должен соответствовать той величине риска, которую банк считает для себя допустимой. Однако согла-

сование данных параметров возможно только в рамках единой общепанковской системы лимитирования всех видов рисков. Задача управления рисками состоит не в том, чтобы описать фактический профиль риска банка и ограничить его отдельные компоненты, – необходимо установить уровень риска на уровне, установленном законодательством и руководством банка.

С другой стороны, лимит общего риска банка – это максимальная величина убытков, при которой он может продолжить свое функционирование в качестве кредитной организации с лицензией Национального банка Республики Беларусь. Он распределяется между кредитным и рыночными рисками.

Также следует отметить и две противоположных стратегии: высокорисковую и минимизации рисков.

Высокорисковая стратегия не является проявлением общей ориентации руководства и собственников банка на финансовые авантюры из разряда риск ради самого риска. Она выражает их осознанную готовность обеспечить себе быстрый финансовый и коммерческий успех за счет преобладания высокорентабельных, следовательно, более рискованных операций.

Преимуществом данной стратегии является возможность быстрого улучшения рыночных позиций и повышения общей рентабельности банка. А *недостатком* – постоянная угроза коммерческим и финансовым интересам банка при негативном развитии рисков.

Стратегия минимизации рисков предполагает приоритетную ориентацию на наиболее надежные операции и полное исключение высокорискованных операций, вне зависимости от их потенциальной доходности. Подобный выбор характерен для банков, реализующих стратегию сокращения в ситуациях, когда собственник и руководство банка не стремятся к расширению обслуживаемого сегмента рынка либо сокращают его под давлением конкурентов. Например, банк полностью отказывается от таких операций, как кредитование на доверительной основе либо внедряет только те инновации, которые прошли длительную апробацию у конкурентов и подтвердили свою эффективность.

Преимущество: стратегия обеспечивает максимальную надежность банка. *Недостаток:* она снижает до минимума уровень рентабельности банка и не способствует улучшению его конкурентных позиций.

До изменения статуса банковских рынков с рынка продавца на рынок покупателя стратегии многих зарубежных кредитных организаций был присущ здоровый консерватизм. Он выражался в их ориентации именно на высоконадежные операции, за исключением, до определенной степени, финансового направления деятельности. В условиях резкого усиления межбанковской конкуренции потребности в активизации инновационной деятельности вынудили отказаться от такого стратегического подхода, особенно по коммерческому и технологическому направлениям. Аналогичную роль сыграло и развитие хеджирования в банковском деле.

Таким образом, можно заключить, что наиболее приемлемыми стратегиями в условиях увеличений кредитной задолженности и роста проблемных кредитов являются стратегии лимитирования и диверсификации. В краткосрочном периоде можно использовать и стратегию минимизации рисков.

При этом следует учитывать, что действия, принимаемые для снижения одних рисков, могут увеличить другие. Поэтому необходимо балансировать и рационально оценивать все риски в комплексе. Комплексный подход к управлению риском позволяет более эффективно использовать ресурсы, распределять ответственность, улучшать результаты работы.

В общем ключевой предпосылкой создания гибкой системы управления кредитным риском является продуманная кредитная политика, одобренная Советом директоров банка и сопровождаемая формализованными для данного банка стандартами кредитования и конкретными инструкциями, в разработке которых принимают участие работники всех уровней управленческой вертикали.

Литература

1. Проблемные кредиты белорусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://telegraf.by/2012/01/problemnie-krediti-belorusov-za-god-utroilis>. – Дата доступа: 21.02.12.
2. Серегин, Е. В. // Проблемы управления банковскими и корпоративными рисками / Е. В. Серегин ; под ред. Н. Ф. Карпычева. – М. : Финансы и статистика, 2005. – С. 197–201.

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ДЕПОЗИТЫ НА ФИНАНСОВОМ РЫНКЕ БЕЛАРУСИ

К. В. Храмов

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Научный руководитель Л. В. Федосенко

При снижении ставок по депозитам, уменьшается эффективность инвестиций на этом рынке. Альтернативным вариантом для значительной части населения и предприятий, желающих без риска инвестировать свободные средства, может стать относительно новый для белорусского рынка банковский продукт – структурированные депозиты. При потенциально большей доходности по сравнению с обычными вкладами банки дают по ним такую же стопроцентную гарантию возврата вложенных средств.

Структурированным такой депозит называется потому, что деньги во вкладе для дальнейшего инвестирования банком делятся на части. Большая – порядка 80–90 % – вкладывается банком в инструменты со стабильной фиксированной доходностью (облигации, депозиты, векселя), для того чтобы заработанный доход покрывал оставшиеся 20–10 % первоначального вклада. Таким образом, банк гарантирует вкладчику возврат 100 % вложенного капитала [1]. С оставшимися 10–20 % банк осуществляет инвестиции в высокодоходные, но также и высокорискованные производные инструменты – опционы. Именно опционная часть структурированного депозита и должна принести тот самый уровень доходности, который будет превышать инфляцию и ставки по обычным банковским депозитам. Естественно, для осуществления подобного позитивного сценария банку необходимо правильно спрогнозировать направление движения рынка, чтобы выбрать соответствующий опцион, который, в свою очередь, будет способен принести такую ожидаемую доходность. В случае развития негативного сценария опцион не будет исполнен и соответственно опционная премия будет потеряна. Результатом такого развития событий будет отсутствие доходности, и банку остается лишь вернуть клиенту его первоначальный вклад и крайне небольшой, оговоренный заранее, доход (например, 0,25 %) по завершении срока структурированного депозита [2, с. 13–14].

В целом структурированный депозит можно определить как возможность получения более высокой доходности при полном отсутствии риска потери первоначальных вложений. Это очень привлекательно для тех клиентов, которые не хотят рисковать при инвестировании, но в то же время хотят получить более высокий доход, чем по обычным банковским вкладам.

Рассмотрим случай из практики. Дэниел Го вложил 50 тысяч долларов в 5-летний структурный депозит, который был защищен от рисков и позволял получить доход выше, чем обычный срочный вклад. Точный размер дохода зависел от портфеля акций, с которыми был связан данный депозит. Двумя неделями позже Го понадобились срочно деньги, он обратился в банк с целью возврата вложенных средств. Банк сообщил ему, что это будет рассмотрено как досрочное изъятие. В итоге, Го потерял 7000 долларов.

Структурированные депозиты, как и обычные срочные вклады, имеют свой срок погашения. Вложенные денежные средства будут возвращены при наступлении срока погашения. Если инвестор решит изъять вклад до наступления срока погашения, он может потерять часть своего потенциального дохода и/или часть вложенной суммы. Сумма, которая будет выплачена, зависит от рыночной оценки финансовых инструментов, которые лежат в основе данного структурированного депозита, которая не может быть предопределена.

Инвестор должен также принимать во внимание, что структурированные депозиты могут периодически оцениваться на рынке, что может занять не один день. Это означает, что он в этом случае не сможет изъять свои вложения сразу [3].

Структурные депозиты могут быть размещены на любой конкретный срок в диапазоне от 7 до 1095 дней. Параметры структурного депозита рассчитываются индивидуально в зависимости от суммы и срока его размещения, потребностей клиента по уровню его доходности [4].

Таким образом, при выборе структурированного депозита нужно принимать во внимание следующее:

Ликвидность. Вкладчику необходимо учитывать потребность в ликвидных средствах, нужно удостовериться в наличии средств на другие нужды, прежде чем вкладывать деньги в структурированный депозит, так как деньги будут недоступны некоторое время, и их досрочное изъятие может привести к потерям средств.

Доходность. Вкладчик должен понимать, каким образом изменения на финансовом рынке могут повлиять на доходность депозита.

Риски. Вкладчику следует учитывать факторы риска, зависящие от природы приобретаемого производного инструмента и его базового актива, которые влияют на ожидаемую доходность. Структурированные депозиты содержат большую долю риска, чем обычные срочные вклады, но они менее рискованные, чем вклады в ПИ-Фы и ОФБУ.

Пока структурированные депозиты в Республике Беларусь не слишком популярны. По мнению экспертов, причина, прежде всего, кроется в неумении банков работать с таким продуктом в силу неразвитости отечественного финансового рынка. Играет свою роль и невысокий спрос. Это можно объяснить сложностью продукта: чтобы принять правильное решение, клиент должен разбираться и постоянно следить за рыночной ситуацией – и необходимостью отвлекать значительные суммы средств из оборота на срок от нескольких недель до месяцев. Иначе «играть» не имеет смысла.

Практика создания структурированных депозитов может позволить банку существенно поднять уровень своего финансового инжиниринга, что отобразится на приобретении дополнительных преимуществ. Наличие в активе банка подобных операций позволит не только привлечь внимание со стороны вкладчиков, но и укрепить их лояльность в дальнейшем. Все это позволяет сделать вывод о необходимости для банков развития программ структурированных депозитов, что является в современных реалиях выгодным бизнесом.

Литература

1. Вклад на особых условиях: структурированные депозиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sredstva.ru/news/1135.html>.
2. Витвицкий, М. Структурированные депозиты и их роль в современном банковском деле / М. Витвицкий // Вестн. ассоциации белорус. банков. – 2009. – № 22 (522). – С. 13–15.
3. Поговорим о структурированных депозитах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.capital-protection.ru/articles/sense-structured-deposits>.
4. Структурные депозиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vtb.ru/business/corporate/deposit/structured/>.

**ФОРМЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ БАНКОВСКИХ РАСЧЕТОВ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ****Е. В. Баленкова***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Международные расчеты выступают как повседневная деятельность банков, производящих расчеты с заграницей на основе выработанных международным сообществом и принятых в большинстве стран мира условий, норм и порядка осуществления расчетов. В основном международные расчеты осуществляются безналичным путем через банки путем установления корреспондентских (договорных) отношений между кредитными учреждениями разных стран. С этой целью банки заключают взаимные корреспондентские отношения об открытии счетов (ностро-счетов данного банка в других банках и лоро – счетов других банков в данном банке), в которых оговариваются порядок расчетов, величина комиссионного вознаграждения, а также методы пополнения корреспондентского счета по мере расходования средств.

Международные расчеты – это регулирование платежей по денежным требованиям и обязательствам, возникающим в связи с экономическими, политическими, культурными отношениями между юридическими лицами и гражданами разных стран. Международные расчеты включают, с одной стороны, условия и порядок осуществления платежей, выработанные практикой и закрепленные международными документами и обычаями, с другой – ежедневную практическую деятельность банков по их проведению.

Основными формами международных расчетов, применяемыми в Республике Беларусь являются банковский перевод, инкассо, аккредитив.

Применяемые формы международных расчетов отличаются по доле участия коммерческих банков в их проведении. Минимальна доля участия банка в банковском переводе, более значительна по инкассо (контроль за передачей, пересылкой товарораспорядительных документов и выдачей их плательщику в соответствии с инструкцией доверителя). Максимальна доля участия банка при аккредитивной форме расчетов (предоставление бенефициару платежного обязательства, реализуемого при выполнении им основных условий, содержащихся в аккредитиве).

Наиболее сложная и ответственная банковская операция – платеж по аккредитиву. За выполнение каждой операции банки взимают комиссионный сбор, который зависит от суммы аккредитива. Ставки комиссионных сборов по аккредитиву наиболее высокие по сравнению с другими формами расчетов. Использование в расчетах аккредитива наиболее выгодно экспортеру, получающему безусловную гарантию платежа до начала отгрузки товара. Осуществление платежа по аккредитиву (при ус-

ловии выполнения экспортером его и представления в банк указанных в нем документов) не связано с согласием покупателя на оплату.

Инкассо – банковская операция, посредством которой банк по поручению клиента получает платеж от импортера за отгруженные в его адрес товары и оказанные услуги, зачисляя эти средства на счет экспортера в банке. Инкассовая форма платежа выгодна импортерам, поскольку она подразумевает оплату действительно поставленного товара, а расходы по проведению инкассовой операции относительно невелики. Инкассовая форма расчетов выгодна и экспортеру, так как при этом гарантируется, что товар не перейдет в распоряжение покупателя до тех пор, пока не будет осуществлен платеж.

Банковский перевод представляет собой поручение одного банка другому выплатить переводополучателю определенную сумму. В международных расчетах банки зачастую выполняют переводы по поручению своих клиентов. В форме банковского перевода осуществляются оплата инкассо, платежи в счет окончательных расчетов, авансовые платежи.

Формы международных расчетов различаются по доле участия банков в их проведении:

- при банковском переводе доля участия банков минимальна;
- при инкассо к упомянутой функции банка добавляется контроль за передачей, пересылкой товарораспорядительных документов и выдачей их плательщику в соответствии с инструкциями экспортера (доверителя);
- при аккредитиве доля участия банка максимальная (представление бенефициару платежного обязательства, реализуемого при выполнении последним основных условий, содержащихся в аккредитиве).

Для осуществления международных расчетов белорусские банки используют самые современные технические средства. Подавляющее большинство из них подключено к системе SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications) – международная межбанковская организация по финансовым расчетам по телекоммуникационным сетям. Создана в 1973 г. представителями 240 банков 15 ведущих западных стран; начала свою деятельность в 1977 г., на сегодня охватывает более 4000 банков в 90 странах мира. По сути, SWIFT представляет собой кооперативное общество банков-участников, которое организовало компьютеризированную международную сеть связи с целью повышения эффективности управления банками и ускорения перевода международных платежей между ними, а также круглосуточную доставку сообщений определенных форматов, гарантируя надежную защиту от несанкционированного доступа к информации и бесперебойного функционирования системы.

Белорусские банки отдают большее предпочтение банковскому переводу, так как при его осуществлении они не несут никакой ответственности за платеж, а комиссионные расходы, связанные с осуществлением банковского перевода, сравнительно невысокие. Также для этой формы расчетов характерна простота и быстрота осуществления платежа. В Республике Беларусь сложилась следующая ситуация: основную массу занимают банковские переводы (порядком 68 %), следом идет инкассо – 20 %, а аккредитив – 12 %. В связи с вступлением в силу Постановления Национального Банка № 165 от 11.11.2008 г. сложилась тенденция увеличения числа аккредитивов, в котором было запрещено вносить предоплату при осуществлении импорта товара во избежание оттока капитала из страны. При условии, если иностранные партнеры требуют предоплаты, выходом из ситуации является аккредитив, где предоплата возможна. Однако аккредитив выгоден клиенту в случае большой суммы платежа, так как операции до 100000 дол. США не выгодны для клиентов.

Исходя из этого с 2009 г. процентное отношение аккредитивов постоянно растет (в 2009 г. было 8 %, в 2011 г. – 12 %), что выгодно и самим банкам, так как комиссионные сборы намного больше, чем при банковских переводах и инкассо. Инкассо в процентном отношении остается примерно на одном уровне (19–20 % от общей суммы международных расчетов). Количество банковских переводов в абсолютном значении постоянно растет, однако процентное отношение уменьшается (с 73 % в 2009 г. до 68 % в 2011 г.) из-за активного роста аккредитивов.

Существует ряд проблем, которые возникают при проведении международных расчетов белорусскими субъектами хозяйствования. Каждой форме международных банковских расчетов присущи разные недостатки.

Для аккредитивной формы расчетов проблемы выражаются:

- недостаточная цена за товар, например, при резком изменении курса валюты, не предусмотренном в договоре;
- транзитный риск, т. е. риск утраты или порчи товара во время транспортировки;
- проверка документов ручным способом. На данный момент проверка документов не поддается автоматизации, поэтому постоянная работа по документарным аккредитивам требует высококвалифицированных кадров. Хотя можно частично автоматизировать данный процесс, что значительно снизит затраты времени.

Для банковского перевода проблемы выражаются:

- платеж, отправленный в адрес ошибочного банка получателя. Если банк получил средства ошибочно, он должен компенсировать банку отправителю определенный процент от заработка, полученного от размещения суммы;
- ошибочная отправка средств по некорректно указанным реквизитам: наименование получателя, номер счета получателя и др. Если банк отправителя указал ошибочные реквизиты конечного получателя, тогда первый просит банк получателя изменить бенефициара, т. е. перевести средства с неверно указанного счета на правильный;
- сбой в компьютерной системе (например, технологический сбой, вызванный нагрузкой на сервер и сеть, что служит причиной задержки отправки платежей и получения денежных средств);
- операционные ошибки (около четверти всех ошибок при переводе денежных средств допускаются операционистом при обработке платежных поручений, что обусловлено возросшим объемом операций и увеличением нагрузки на операциониста);
- риск мошенничества при осуществлении банковского перевода.

Для инкассовой формы расчета проблемы выражаются:

- отказ покупателя от оплаты счета. В контракте следует оговорить случаи, когда покупатель имеет право отказаться от оплаты счета полностью или частично;
- если товар уже отправлен покупателю, но во время его транспортировки оказывается, что партнер не готов выполнить свои обязательства, при расчетах по инкассо с новым партнером экспортеру необходимо заранее выяснить возможность продажи товара другому покупателю в конкретной стране;
- риск утраты или порчи товара, если товар прибывает раньше, чем коммерческие документы на этот товар.

Таким образом, при осуществлении международных расчетов достаточно сложно избежать проблем, однако участники внешнеторговых контрактов должны уметь их преодолевать, так как от их разрешения зависит исход каждой сделки. Обеим сторонам следует заранее предусмотреть возможные трудности, риски и попытаться избежать их.

С учетом вышеизложенного можно предложить следующие рекомендации по повышению эффективности проведения международных расчетов в Республике Беларусь.

Расширить возможности самостоятельного принятия решения о выборе форм международных расчетов белорусскими субъектами хозяйствования. Отслеживать основные проблемы, возникающие в банковской сфере Республики Беларусь при осуществлении международных расчетов, оказывать помощь белорусским банкам в их решении. Создать банк данных обо всех предприятиях, работающих на территории республики, с целью получения информации об их надежности и платежеспособности.

Таким образом, осуществление международных банковских расчетов в Республике Беларусь является важной и неотъемлемой частью внешнеторговой деятельности. Разные виды международных банковских расчетов помогают эффективно сотрудничать юридическим и физическим лицам разных стран, налаживать контакты. Эффективность международных банковских расчетов нашей страны зависит от преодоления проблем, которые возникают при осуществлении сделок с использованием банковского перевода, аккредитива, инкассо и других видов, что позволит усовершенствовать систему международных расчетов в Республике Беларусь.

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

А. А. Кличковская

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

Научный руководитель О. Я. Потехина

Форд Г. говорил: «Когда мне нужна всего лишь пара рук, я зачем-то получаю в придачу к ним всего человека» [1]. Таким было отношение к работникам в XIX в. Сейчас со многими технологическими операциями успешно справляются машины, но отличительной особенностью современного производства является то, что вместе с потребностью «в руках» появилась новая потребность – потребность «в мозгах».

Таким образом, целью моего исследования является выявление некоторых направлений развития творческого потенциала студенческой молодежи.

Задача современного вуза подготовить не просто пару рабочих рук (хотя надо отдать должное, такие специалисты сегодня тоже востребованы), но нового специалиста, обладающего не только базовыми знаниями, но и способностью к творческому мышлению. Нынешние высшие учебные заведения предлагают и помогают освоить большое количество информации и развивать углубленные знания по тем или иным предметам. Но это не позволяет создавать качественно новый товар, информация позволяет дублировать уже существующий товар, а знания – максимум создавать товар с некоторыми усовершенствованиями. И только развитие такой составляющей человека как «креативность» позволит создать качественно новый товар.

В креативном образовании наиболее комплексным и результативным методом является обучение действием, которое осуществляется в виде решения реальных профессиональных задач, анализа и проигрывания конкретных ситуаций, совместной деятельности учебной группы, самостоятельной работы.

Современные высшие учебные заведения прямо или косвенно эту проблему ощущают. Но то ли от незнания, как реализовать ее на практике, то ли опираясь на «классическую систему образования», особо не перестраивают образовательную среду, предлагая в качестве компенсации участие во всевозможных кружках, секци-

ях, конкурсах, олимпиадах, не обращая особого внимания на прикладное значение имеющихся знаний. Безусловно, все вышеперечисленное способствует развитию творческого потенциала студенческой молодежи, но это немного не то. Необходимо, чтобы этот креатив смог в будущем стать инновацией.



Рис. 1. Роль и место креативности в создании инновационного продукта [2]

Студент должен уметь создавать новые знания, превращать эти знания в инновации, а их в прибыль, создавая конкурентоспособность, прежде всего предлагая себя как товар. В рамках вуза в современных условиях сделать это затруднительно. На мой взгляд, необходимо в высших учебных заведениях формировать что-то вроде центров по специализациям, где будущие молодые специалисты смогли бы делиться своими знаниями, осуществлять совместные проекты, приобретать необходимые знакомства. Изоляция не способствует развитию творчества. В таких центрах студент не будет являться пассивным слушателем, усваивающим и повторяющим, а станет активным творцом знаний и решений, формирующим свое профессиональное поведение. Необходимо приглашать в такие центры уже работающих специалистов и хорошо бы, чтобы и сам преподаватель имел хотя бы опыт работы в данной сфере. Возможно, такие центры стали бы своеобразным местом встречи студентов с их будущими работодателями. Весьма перспективно создание филиалов кафедр на ведущих предприятиях города и региона, что позволит студентам увидеть реальный производственный процесс.

Важным направлением является развитие на базе вуза бизнес-центров, бизнес-инкубаторов и технопарков. Студент должен не просто обладать знаниями, пусть и исключительными, но также и уметь капитализировать их. Для этого необходимо знать, как образуются цены, знать механизмы обращения знаний в деньги. Будущие специалисты должны уметь пользоваться электронными деньгами, знать электронную коммерцию, уметь эффективно работать и общаться в сетях.

Большинство нынешних выпускников имеет знания, умения и навыки применения типовых технологий к типовым ситуациям, но они остаются беспомощными в случае возникновения ситуации нестандартной. Система высшего образования ориентирована преимущественно лишь на транслирование знаний, тогда как по данным научных исследований деловая состоятельность лишь на 15 % обуславливается профессиональными знаниями, а на 85 % – личными качествами и способностями [3]. Развивать эти качества сегодня становится приоритетной задачей вуза. Логично, что

такие качества сможет развивать лишь креативный педагог с развитым собственным творческим потенциалом.

Еще одна проблема состоит в том, что традиционно студент является объектом образовательной деятельности, тогда как образование может быть эффективным лишь тогда, когда студент становится его субъектом, то есть при условии, что не его учат, а он учится. Процесс, даже организованный самым совершенным образом, не достигнет своей цели, если студент не мотивирован учиться.

Таким образом, можно констатировать тот факт, что для развития творческого потенциала студентов создана пока еще недостаточная научная, методологическая, кадровая основа.

Существуют определенные проблемы не только в рамках отдельных вузов, но и в образовании в целом. В Республике Беларусь высшее образование стало доступным для большинства населения, что, с одной стороны, говорит о высоком развитии общества, а с другой – о потере качества образования у обучаемых студентов. Многие студенты не собираются связывать свою жизнь с выбранной специальностью. Часть из них – случайные люди, которые на определенном этапе решают сиюминутные проблемы и не ориентированы на получение данной профессии («косят» от армии, часть получает «корочку», часть просто попала «с улицы»). К сожалению, в процессе обучения сложно вычленив таких студентов. Такие студенты стремятся минимизировать свои трудозатраты при получении диплома. Отсутствие должной мотивации делает для этой группы студентов излишним развитие их творческого потенциала.

Рынок образовательных услуг сегодня слабо связан с рынком труда и формируется в основном с ориентацией на удовлетворение запросов абитуриентов и их родителей. Многие успешные студенты уезжают за рубеж, тем самым создавая утечку кадров. «Утечка мозгов» происходит в Беларуси еще и потому, что выпускников зарубежных вузов удерживают от возвращения препоны, созданные отечественной системой образования. Острота проблемы определяется и тем, что, по ряду оценок, за рубежом получают образование порядка 10000 белорусских граждан, часть из которых готова вернуться и работать в дальнейшем в республике. При всем стремлении государства войти в Болонский процесс до сих пор существует проблема признания европейских дипломов. Согласно процедуре признания, если расхождение в академических часах в программе зарубежного и белорусского вуза по той или иной специальности составляет менее 20 %, необходимо доучиваться в Беларуси. Двадцать процентов академических часов – это практически целый год обучения. Однако, по информации И. Титовича, в Беларуси не признается не более 10 % дипломов о высшем образовании, которые подаются для рассмотрения, причем процедура признания остается бесплатной в отличие от ряда других стран [4]. Следует отметить также, что сегодня в республике делаются шаги по унификации образовательного процесса, ставится задача усиления его практико ориентированного характера, интеграции в рамках Болонского процесса.

Никто не посмеет сегодня оспорить: образование – это инвестиции в завтрашний день. И если смычка «плохой студент – плохой специалист» является индивидуальной проблемой, а с задачей отсева плохих и лишних молодых специалистов тактически справляется рынок, то отбор лучших – это стратегическая государственная цель.

В целом само образование должно быть способно к саморазвитию, активно создавая инновационную инфраструктуру. Инновации в образовании – важный и определяющий элемент его развития, однако они будут оправданы только в том случае, если улучшается качество образования, которое должно соответствовать тому,

что от него ожидают государство, общество и сам обучаемый. Студент должен выйти из стен университета не только с дипломом, но и с идеями, разработками, а также с твердым желанием продолжать учиться.

Литература

1. Форд, Г. Мудрые мысли [Электронный ресурс] / Г. Форд. – Режим доступа: http://www.epwr.ru/quotation/txt_414_3.php.
2. Дьяченко, О. В. Креативный ресурс новой экономики / О. В. Дьяченко // Вестн. Челябин. гос. ун-та. – 2010. – № 28 (209). – С. 12–15.
3. Садченкова, Ю. П. Роль креативного образования в профессиональной адаптации выпускников вузов на рынке труда / Ю. П. Садченкова, И. И. Новикова // Проблемы развития инновационно-креативной экономики : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. – Режим доступа: <http://econference.ru/blog/conf06/243.html>.
4. Листопадов, В. Почему белорусы с европейскими дипломами не возвращаются домой? / В. Листопадов // Завтра твоей страны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zautra.by/art.php?sn_nid=10233&sn_cat=19.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ю. А. Габибова

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Цель: выявить проблемы экспорта продукции пищевой промышленности Республики Беларусь, существующие на данный момент.

Пищевая промышленность Республики Беларусь является стратегически важным сектором экономики, который динамично развивается и ориентирован прежде всего на экспорт. Это крупнейшее структурное подразделение объединяет отрасли по производству пищевых продуктов. Пищевая промышленность производит почти 17 % продукции АПК. Основной комплексобразующей отраслью АПК является сельское хозяйство. В валовом внутреннем продукте страны доля сельского хозяйства составляет 7,5 %.

Пищевая промышленность включает 20 отраслей. В ней действует около 2730 предприятий, которые производят продукты питания, алкогольные и безалкогольные напитки, табачно-махорочные и парфюмерно-косметические изделия.

Право экспортировать пищевые товары в страны Европейского союза имеют лишь 10 предприятий. Это очень мало. Беларусь поставляет в ЕС безалкогольные и алкогольные напитки, кондитерские изделия, рыбные консервы. Ни молочную, ни мясную продукцию Беларусь пока не экспортирует.

В 2010 г. объем экспорта пищевой продукции составил 3,4 млрд дол., продукция поставлялась в 42 страны.

Для выхода на положительное сальдо экспорта-импорта в 2015 г. необходима существенная корректировка внешнеторговой специализации страны. В Национальной программе развития экспорта, которая одобрена правительством в январе 2011 г., ставится задача ускоренного наращивания экспорта секторами, работающими на местных ресурсах и, следовательно, менее импортоемкими (сельское хозяйство, калийная, лесная, кожевенная промышленность).

Более 35 % прироста экспорта за пятилетку (или 10 млрд дол.) планируется обеспечить в отраслях, работающих на местных ресурсах. Выход к 2015 г. на 7 млрд дол.

экспорта сельхозпродукции и продовольствия (при положительном сальдо по этой группе в 4 млрд дол.) означает, что наши производители должны побеждать в конкуренции с глобальными транснациональными компаниями. По оценкам экспертов, к 2015 г. Беларусь должна выйти по чистому экспорту масла на второе место в мире, сыра – на четвертое, мясной группы (говядина, свинина, птица) – на пятое-шестое. Платежеспособный спрос на эти товары в мире будет расти в 1,3–1,4 раза за 5 лет, что ниже целевых темпов сельхозпроизводства в республике, а значит, белорусским производителям придется теснить на рынке мощных игроков, которые, в свою очередь, стремятся расширить занимаемую на нем нишу и увеличить прибыль [4].

Перед Беларусью стоит задача расширить географию поставок сельскохозяйственной продукции. На Россию приходится 89 % всего объема внешних поставок белорусского продовольствия. Еще 6 % – на другие страны СНГ и только 5 % – на дальнее зарубежье.

Обеспокоенность вызывает и неблагоприятный прогноз перспектив белорусской продукции на российском рынке. Москвой принята доктрина продовольственной безопасности, предусматривающая максимальное насыщение внутреннего рынка собственной продукцией. К концу 2020 г. по сравнению с 2010-м в РФ планируется увеличить производство продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах на 39 %, а пищевых продуктов – на 60 %. Еще более высокие темпы роста намечены по группе мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов – российское скотоводство (производство молока и мяса) документом определено как системообразующая подотрасль и отнесено к сельскохозяйственным приоритетам первого уровня. В такой ситуации необходимо интегрироваться с российскими и казахстанскими производителями [2].

Заметим, что задача эта нелегкая. Интеграции частных сельхозкомпаний этих стран с нашими, контролируемые государством, могут существенно помешать различия в формах собственности, методах управления и способах финансирования. Непросто будет и найти новые рынки сбыта. Тем не менее, к концу текущей пятилетки сельское хозяйство страны должно выйти на объемы экспорта продукции в 7,2 млрд USD и достичь в 2015 г. положительного сальдо внешней торговли в 4 млрд USD. Между тем итоги прошлого года свидетельствуют, что достижение этих показателей трудновыполнимо без новых рынков сбыта.

Экспортным планам угрожают и нарастающие проблемы финансирования белорусского АПК. В прошлом году на выполнение госпрограммы развития села направлено 35,7 трлн Br, в том числе 8,14 трлн Br – бюджетные ассигнования (10,2 % расходной части консолидированного бюджета). При этом финансовые обязательства сельхозорганизаций оцениваются в 34 трлн Br, из которых около 3 трлн – просроченные. Сельхозпроизводство же должно развиваться на принципах самокупаемости и самофинансирования с постепенным уменьшением доли господдержки в стоимости произведенной сельхозпродукции.

В целях повышения экспорта организаций, производящих пищевые продукты, основное внимание будет сосредоточено на внедрении в них высокотехнологичных, безотходных и ресурсосберегающих технологий. При этом мощности предприятий будут наращиваться в соответствии с ростом производства сырья, особенно в мясомолочной, овощеконсервной и сахарной отраслях. Объем переработки молока к 2015 г. достигнет 9 млн т, производство плодоовощной консервированной продукции увеличится до 543,4 млн условных банок, сахара – до 720 тыс. т [5].

Будут продолжены разработка и внедрение технологий производства новых видов пищевых продуктов (ежегодно не менее 50 видов), в том числе функционального

и лечебно-профилактического свойства, увеличение выпуска полуфабрикатов высокой степени готовности в асептической упаковке.

При этом, разумеется, особое внимание, как и прежде, будет уделяться повышению качества продовольственных товаров, выпускаемых в республике. Речь, в частности, идет об их соответствии международным стандартам. Производители стремятся завоевать и максимально удовлетворить запросы потребителя, развивая системы контроля изготавливаемой ими продукции.

Выходя на зарубежные рынки, отечественные производители начинают более серьезно относиться к вопросам безопасности пищевой продукции. Это обусловлено не только требованиями иностранных партнеров и потребителей, но также соответствующими нормативными положениями зарубежного законодательства, регулирующего доступ иностранных товаров на рынок. А ведь при поставках за рубеж помимо репутации отдельной компании на карту зачастую поставлен имидж всей страны.

С 1 марта 2012 г. приостановлен экспорт мяса и молока из Беларуси в Украину. Как сообщает украинская ветслужба, временный запрет на ввоз на территорию страны мясной продукции из Беларуси введен из-за вероятности занесения возбудителя африканской чумы свиней (АЧС).

В украинской ветслужбе считают, что все же существует вероятность заноса возбудителя АЧС из России в Беларусь, что, в свою очередь, ставит под угрозу и Украину. Ветслужба поясняет, что Беларусь входит в Таможенный союз и не проводит таможенный и ветеринарно-санитарный контроль при пересечении государственной границы с Россией, где в течение последних пяти лет отмечается сложная эпизоотическая ситуация в отношении АЧС.

Что касается молокопродуктов, то только в течение февраля 2012 г. в украинской ветслужбе зафиксировали немало нарушений ветеринарно-санитарных требований. Поэтому ветслужба Украины также временно приостанавливает ввоз на территорию страны молока и молочных продуктов [1].

Таким образом, в развитии белорусского экспорта существуют серьезные проблемы:

- отсутствие финансовых средств у предприятий на модернизацию и обновление производственных мощностей, инвестирование в перспективные экспортные проекты;

- основной поток экспорта приходится на Россию, незначительный – на страны СНГ, и совсем уж небольшое количество продукции поставляется в иные зарубежные страны;

- проблема модернизации технологий на предприятиях пищевой промышленности;

- проблема формирования транснациональных корпораций. В современном мире выгоднее конкурировать в составе крупных игроков. Поэтому нужно идти на создание с участием белорусских предприятий мощных международных корпораций, способных влиять на рынки сырья, продаж, включаться в глобальные сбытовые сети, отстаивая при этом национальные интересы. Интеграции частных компаний Казахстана и России с нашими, контролируруемыми государством, могут существенно помешать различия в формах собственности, методах управления и способах финансирования. Непросто будет и найти новые рынки сбыта;

- проведенный анализ показал, что экспортные проблемы в значительной степени зависят от интеграционных процессов. Таможенный союз существенно облег-

чает экспорт в Казахстан и Россию, в то время как с Украиной в последнее время существуют проблемы.

Проблемы наращивания экспорта и формирования положительного сальдо торгового баланса и соответственно притока валюты тесно связаны с проблемой формирования интеграционных союзов.

Литература

1. Украина ввела запрет на ввоз молока и мяса из Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://telegraf.by/2012/03/belarus-ne-budet-zapreschat-eksport-produkcii-iz-ukraini/>. – Дата доступа: 26.03.2012.
2. Михалевич, И. Велика Россия, а диверсифицировать экспорт надо / И. Михалевич // Экон. газета. – 2012. – № 22. – С. 2.
3. Михалевич, И. Молоко интеграционного разлива / И. Михалевич // Экон. газета. – 2012. – № 20. – С. 2.
4. Мясникович, М. В. Инициатива, динамизм, инновационность / М. В. Мясникович // Экономика Беларуси. – 2011. – № 1. – С. 6–14.
5. Иванов, В. Видеть цель / В. Иванов // Экономика Беларуси. – 2011. – № 1. – С. 22.

СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Е. Я. Глухатаренко

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Важнейшей чертой современного этапа социально-экономического развития является рост взаимозависимости экономик различных стран, развитие интеграционных процессов на макро- и микроуровнях, интенсивный переход цивилизованных стран от замкнутых национальных хозяйств к экономике открытого типа, обращенной к внешнему миру. Экономическая интеграция — процесс развития устойчивых взаимосвязей государств, ведущий к их постепенному экономическому «слиянию», основанный на проведении этими странами согласованной межгосударственной экономики и политики.

Цель исследования – изучение особенностей экономической интеграции Республики Беларусь в контексте избранной модели поливекторной интеграции.

Выделяют следующие устойчивые формы экономической интеграции: зона свободной торговли, таможенный союз, общий рынок, экономический союз, экономический и валютный союз.

Зона свободной торговли – тип международной интеграции, при котором страны-участники отменяют таможенные пошлины, налоги и сборы, а также количественные ограничения во взаимной торговле.

Таможенный союз – союз, предполагающий согласованную отмену странами-участницами союза национальных таможенных тарифов и введение общего таможенного тарифа и единой системы нетарифного регулирования торговли в отношении третьих стран; образование единой таможенной территории.

Экономический и валютный союз – форма международной интеграции, предусматривающий наряду с общим таможенным тарифом и свободой движения товаров и факторов производства, общую валюту и органы наднационального регулирования, координацию макроэкономической политики и унификацию законодательств в ключевых областях – валютной, бюджетной, денежной.

Рассмотрим взаимосвязи Республики Беларусь с Китайской Народной Республикой и Венесуэльской Республикой. В своей внешней политике КНР и Республика Бела-

речь высказываются за поддержку создания многополярной системы международных отношений и в целом стараются поддерживать друг друга на международной арене.

Благодаря тому, что белорусская экономика стремится к экспортной ориентированности и огромному внутреннему рынку КНР, неуклонно увеличивается белорусский экспорт. В свою очередь, Китай обеспечивает белорусскую экономику сравнительно дешевой сложной техникой, а также товарами массового потребления. Благодаря этому экономическое сотрудничество с Китаем активно развивается. Китай пятый по значению торговый партнер Беларуси вне стран СНГ, в том числе четвертый по уровню импорта и восьмой по уровню белорусского экспорта. По итогам 2011 г. в Беларусь привлечено прямых иностранных инвестиций на чистой основе из Китая на сумму 9,4 млн дол. Экспорт белорусских товаров в Китай достиг 697 млн дол., или 136 % по сравнению с 2010 г. Ключевыми белорусскими экспортными товарами стали калийные удобрения, карьерные самосвалы, продукция станкостроения, электроники и металлургической промышленности. В КНР открыты представительства нескольких белорусских предприятий: МЗКТ, МТЗ, Беларуськалия и других. МТЗ также располагает сборочным цехом в КНР. В свою очередь, благодаря импорту промышленного оборудования из КНР планируется модернизация нескольких электростанций Белоруссии. Беларусь и Китай планируют реализовать в будущем совместные проекты на 16 млрд дол. В ближайшей перспективе – завод по производству сульфатной беленой целлюлозы в Светлогорске, а также грандиозный проект – создание Китайско-белорусского индустриального парка.

Проводятся совместные выставки, в Минске работают два Института Конфуция при Белорусском государственном университете и при Минском государственном лингвистическом университете. Кроме того, несколько тысяч китайских студентов обучаются в университетах Беларуси. Абитуриентов из Китая в Беларуси привлекает возможность получить диплом классического европейского университета. К тому же специалисты со знанием русского языка в Китае сегодня особенно востребованы.

Заложены основы сотрудничества в сфере массмедиа: в ближайшее время планируется открыть корпункт центрального телевидения Китая в Беларуси, уже действует корпункт агентства «Синьхуа». Наблюдается сотрудничество в сфере публицистики – издан специальный выпуск журналов «Китай» и «Беларусь». Материалы белорусских журналистов опубликованы в китайском издании, а китайских – в белорусском. Номера журналов вышли в январе 2012 г. одновременно в двух странах, в феврале в Пекине прошла их презентация. Осенью в Китае пройдут дни белорусской культуры. Речь идет также о подписании протокола о сотрудничестве между Министерствами культуры Беларуси и Китая, организации гастролей творческих коллективов двух стран, участия артистов в различных конкурсах и фестивалях.

Беларусь и Венесуэла – страны, выступающие за многовекторное сотрудничество. Оба государства придерживаются согласованной позиции Движения неприсоединения по основным проблемам в области поддержания международного мира и безопасности и разделяют мнение о необходимости повышения роли движения в мировых процессах. В белорусском парламенте действует рабочая группа по сотрудничеству с парламентом Венесуэлы. За 15 лет белорусско-венесуэльских дипломатических отношений создана достаточная договорно-правовая база: подписано около 30 межгосударственных, межправительственных и межведомственных соглашений. Еще одним важным направлением белорусско-венесуэльского сотрудничества является строительство жилья. Белорусы участвуют в масштабной венесуэльской государственной программе. С белорусским участием планируется возвести около 20 тыс. квартир. Кроме этого, Беларусь и Венесуэла планируют создать предприятие

по доработке труб для нефтяной промышленности Венесуэлы. Организовать новое производство предполагается на Белорусском металлургическом заводе в Жлобине. Латиноамериканская Венесуэла уже является партнером отечественных производителей. В 2011 г. завод поставил в Венесуэлу 10 тыс. т горячекатанных труб. В соответствии с контрактом, в этом году объемы поставок этой продукции составят не менее 20 тыс. т.

Планируется, что в 2012–2015 гг. Беларусь и Венесуэла выполнят не менее 6 совместных научно-технических проектов. Среди перспективных проектов – создание комплексного биоудобрения для широкого спектра бобовых культур; производство и хранение водорода, полученного из гидрокарбида. Планируется внедрение геоинформационных технологий с использованием космических снимков для предотвращения экологических рисков, связанных с эрозией почв в прибрежных зонах; разработка методов ДНК-типирования хозяйственно-ценных генов для использования в селекции сельскохозяйственных растений и животных; разработка и совершенствование системы биобезопасности и др.

Развитие связей во всех сферах белорусско-венесуэльского взаимодействия является логическим дополнением к высокому уровню двустороннего политического сотрудничества, ведь две страны имеют не только экономические, но и социокультурные связи. В апреле 2009 г. в Минске создан и активно действует Латиноамериканский культурный центр имени Симона Баливара. В мае 2010 г. двум белорусским школам присвоены имена национальных венесуэльских героев в Минске и Гомеле. В связи с празднованием 200-летия со дня подписания Акта о независимости Венесуэлы в Гомеле были открыты Дни культуры Боливарианской Республики Венесуэла, а в музее – предоставленная Посольством выставка, чтобы познакомить белорусскую общественность с историей этой страны.

Венесуэла – седьмая по счету после России, Украины, Израиля, Казахстана, Франции и Германии страна, которая выступает на Минской международной книжной выставке-ярмарке 2012 в качестве почетного гостя. На этой выставке посетителям была представлена специально подготовленная книга о Венесуэле – она была выпущена в начале текущего года венесуэльским издательством, перевод выполнен в Беларуси.

Множество споров возникало из-за выбора путей транспортировки венесуэльской нефти к белорусским НПЗ, к тому же дальнейшее расстояние между странами и технические характеристики оказали свое влияние на состояние данной проблемы. Сейчас ЗАО «Белорусской нефтяной компанией» и компанией «Петролеос де Венесуэла» подписан контракт на поставку нефти в 2011–2013 гг. В соответствии с ним в Беларусь будет ежегодно поставляться до 10 млн т венесуэльской нефти.

На сегодняшний день нельзя сказать, что рассмотренные экономические отношения переступили границу какой-то формы интеграции. Это обусловлено, в первую очередь, географической удаленностью Китая и Венесуэлы от Беларуси. У трех стран разное экономическое состояние. Несмотря на многочисленные выгоды, в отношениях между странами существуют и минусы. Все китайские инвестиции, сделанные в нашу страну, государственные (их финансирует Эксимбанк Китая) и договоренности о них происходят между политическим руководством стран. Частный же китайский капитал пока в Беларусь не пришел. Вероятно, одна из причин такой ситуации заключается в том, что в Китае очень мало знают о Беларуси. Поэтому создаются условия для приезда состоятельных китайских граждан в нашу страну, как в качестве туристов, так и партнеров по бизнесу. Пока же контакты между белорусскими и китайскими гражданами находятся на низком уровне, что даже не удается

даже открыть прямой авиарейс из Беларуси в Китай. Необходимо изменять стереотипы, которые есть еще у множества белорусов в отношении Китая, и позволить китайцам узнать Беларусь лучше. Проблемы в белорусско-китайских отношениях существуют сегодня не только в инвестиционной сфере, но и в торговой. В былые времена товарооборот между Беларусью и Китаем был невысоким, но зато сальдо торгового баланса было в пользу нашей страны. Теперь же ситуация каждый год усугубляется – отрицательное сальдо нашей страны в торговле с Поднебесной постоянно растет. Поэтому белорусская сторона периодически сигнализирует Пекину о том, что нужно выходить на крупные инвестиционные решения.

Что касается белорусско-венесуэльских отношений, то не надо останавливаться на достигнутом, нужно расширять сферы сотрудничества. Экспорт товаров из Беларуси в Венесуэлу представлен в основном калийными удобрениями и продукцией тракторно- и автомобилестроения. Таким образом, торговые отношения между Республикой Беларусь и Венесуэлой скорее не развиваются самостоятельно, а имеют вспомогательный характер к реализации крупных совместных инвестиционных проектов. Основными направлениями инвестиционного сотрудничества являются нефтегазовая сфера (разведка и добыча углеводородного сырья) и машиностроение (создание совместных сборочных производств). Страны также активно сотрудничают в области строительства жилья и создания инфраструктуры, развития совместного научно-технического потенциала.

Л и т е р а т у р а

1. Белорусский экономический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekonomika.by>. – Дата доступа: 20.03.2012.
2. Портал Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sb.by/post/127604/>. – Дата доступа: 04.04.2012.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т. Л. Аврамчик

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

Научный руководитель М. В. Голуб

Транспорт – одна из базовых отраслей, которая формирует инфраструктуру экономики и обеспечивает взаимосвязь всех ее элементов.

Особое место транспорта в сфере производства заключается в том, что, с одной стороны, транспортная промышленность составляет самостоятельную отрасль производства, а потому особую отрасль вложения производственного капитала. Но с другой стороны, она отличается тем, что является продолжением процесса производства в пределах процесса обращения и для процесса обращения [2, с. 18].

Актуальность данной темы обусловлена тем, что транспорт создает условия для формирования местного и общегосударственного рынка. В условиях перехода к рыночным отношениям роль рационализации транспорта существенно возрастает. С одной стороны, от транспортного фактора зависит эффективность работы предприятия, что в условиях рынка напрямую связано с его жизнеспособностью, а с другой стороны, сам рынок подразумевает обмен товарами и услугами, что без транспорта невозможно, следовательно, невозможен и сам рынок. Поэтому транспорт является важнейшей составной частью рыночной инфраструктуры.

Место и роль транспорта в экономике Беларуси характеризуются такими показателями, как доля транспорта в валовом внутреннем продукте – 7,3 % [3, с. 302], в основных фондах страны – 19,1 % [3, с. 281], в структуре инвестиций в основной капитал – 6,3 % [3, с. 406]. В транспортном комплексе трудится 6,2 % занятых в экономике (2010) [3, с. 115]. Транспорт является емким потребителем сырья, топлива, ряда видов промышленной продукции. Он ежегодно потребляет примерно 6 % производимой электроэнергии, 66 % бензина, 52 % дизельного топлива.

В развитии всех отраслей народного хозяйства нашей страны все большее значение приобретает автомобильный транспорт, преимущества которого проявляются при доставке грузов в районах со слабо развитой сетью железных дорог. Кроме того, автомобильный транспорт, обеспечивая высокий уровень сервиса, отличается мобильностью и способностью к адаптации в сложных условиях.

К недостаткам автотранспорта относится низкая производительность подвижного состава, а также сравнительно высокая (значительно выше, чем на водном и железнодорожном транспорте) себестоимость перевозок. Кроме того, автомобильный транспорт – один из основных загрязнителей атмосферы [1, с. 29].

Анализ показателей работы отечественных автотранспортных предприятий отражает неэффективность управления их производственной и финансовой деятельностью. У предприятий отсутствуют оборотные средства и средства на обновление подвижного состава. Убыточны практически все внутриреспубликанские автомобильные перевозки. Значительная часть транспортных предприятий неплатежеспособна.

Слабая транспортная политика страны препятствует эффективной деятельности автотранспортных предприятий, поэтому возникает необходимость в поиске направлений совершенствования деятельности автотранспортных предприятий собственными силами.

Одним из главных направлений развития автотранспортных предприятий является активизация инвестиционной деятельности, переоснащение парка подвижного состава транспортными средствами, соответствующими мировым требованиям по безопасности, надежности, комфортабельности, ресурсосбережению и другим эксплуатационным характеристикам. Это позволит увеличить количество заказов и объемы предоставляемых услуг в страны Евросоюза.

Для эффективной работы предприятия необходимо уделить внимание персоналу и его мотивации. Необходимо заинтересовать работников в высоки показателях деятельности через заработную плату и премирование. Если на предприятии применяется окладная система оплаты труда сотрудников, то расходы на персонал в условиях стабильности легко контролируемы. Однако в условиях нестабильного спроса при окладной системе возникает необходимость количественного регулирования штата. В этом случае при спадах издержки стабильны, но при увеличении спроса нет достаточно гибких и эффективных рычагов для стимулирования более активной деятельности сотрудников. Поскольку нагрузка равномерно распределяется по всему штату, размер премиального фонда не всегда способен внести ощутимый вклад в зарплату каждого. В то же время повышение оклада в текущий момент с высокой вероятностью приведет к недовольству персонала, когда в условиях очередного спада он вновь будет сокращен. Если применяется сдельный принцип оплаты, то резкий спад объема работ может привести к массовым увольнениям (в первую очередь наиболее ценных профессионалов). В ряде случаев оптимальным решением может стать внедрение комбинированных систем оплаты, например оклад за выполнение установленной нормы дополняется сдельной оплатой за работу сверх норматива.

Особое внимание следует уделить также развитию маркетинга и сбыта. Основными мерами в данном направлении для автотранспортных предприятий могут быть:

- участие в тендерах, проводимых предприятиями;
- усиление рекламно-пропагандистской деятельности с использованием всех доступных источников массовой информации;
- освоение новых направлений перевозок;
- освоение новых видов услуг (ремонт автомобилей, услуги станции диагностики, мойка автомобилей, проведение Государственного технического осмотра транспортных средств, сдача в аренду свободных помещений и транспортных средств, автотопливо).

Работа предприятия должна основываться на запросах потребителя. Клиента привлекают минимальные сроки доставки, 100%-я сохранность груза при перевозке, удобства по приему и сдаче грузов, возможность получения достоверной информации о тарифах, условиях перевозки и местонахождении груза. Только при этих условиях клиент готов нести соответствующие затраты и сотрудничать с предприятием.

Важное место в совершенствовании деятельности автотранспортных предприятий занимают меры, направленные на развитие производства (работ, услуг):

- усиление контроля над работой автотранспорта на линии;
- снижение простоев автомобилей в ремонте;
- оптимизация маршрутов движения при выполнении перевозок за пределами Республики Беларусь;
- оптимизация режима работы водителей с целью минимизации простоев, связанных с выполнением правил использования рабочего времени водителя;
- внедрение ресурсосберегающих транспортных технологий;
- сокращение порожних неоплачиваемых пробегов за счет организации обратных загрузок.

Улучшение деятельности любого предприятия неразрывно связано с совершенствованием системы управления производством, персоналом, снабжением и организацией. Основными направлениями совершенствования выступают:

- приведение в соответствие объемов производства и численности персонала, более широкое использование совмещений основной и дополнительной профессий;
- упрощение структуры управления производством;
- улучшение психологического климата в коллективе;
- своевременное обеспечение заправок топливом и комплектации запасными частями;
- применение системы скидок для мотивации заказов на условиях предоплаты;
- повышение культурного и технического уровня трудящихся и для быстрого освоения сложной техники, роста производительности труда;
- постоянный контроль имеющейся дебиторской задолженности.

Важно также рассмотреть направления улучшения (стабилизации) финансового состояния автотранспортного предприятия. Такими направлениями могут выступать:

- сокращение доли заемных источников финансирования;
- недопущение случаев срыва графиков погашения обязательств по кредитам и лизингам;
- в случае возникновения риска непогашения финансовых обязательств, принимать меры по их реструктуризации;
- минимизировать непроизводственные расходы.

Это далеко не полный перечень способов улучшения деятельности автотранспортных предприятий. Это те направления, которые в силах реализовать большинство автотранспортных предприятий, чтобы стать более рентабельными. А уровень их развития влияет на уровень развития автотранспортной системы государства – одного из важнейших признаков ее технологического прогресса и цивилизованности, являющегося одной из важнейших экономических подсистем народного хозяйства страны.

Л и т е р а т у р а

1. Ванчукевич, В. Ф. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие / В. Ф. Ванчукевич. – Минск : Выш. шк., 2006. – 272 с.
2. Кононова, Г. А. Экономика автомобильного транспорта : учеб. пособие / Г. А. Кононова. – М. : Издат. центр «Академия», 2006. – 214 с.
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2011. – Минск, 2011. – 634 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ ПРИБЫЛИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Е. В. Лаханская

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Важнейшая роль прибыли как в сфере микроэкономики, так и в рамках макроэкономики, означает необходимость выработки особого подхода к ее управлению.

Для формирования цивилизованных рыночных отношений характерно влияние таких факторов, как жесткая конкурентная борьба, технологические изменения, необходимость повышения инвестиционной привлекательности, компьютеризация обработки экономической информации, непрерывное изменение в налоговом законодательстве, изменяющиеся процентные ставки и курсы валют, инфляция. В этих условиях перед руководителем предприятия встает множество вопросов, важнейшим из которых является определение величины ожидаемой прибыли, т. е. ее планового значения. От того, насколько достоверно определена плановая прибыль, будет зависеть успешная финансово-хозяйственная деятельность предприятия.

В процессе планирования прибыли на современных белорусских предприятиях особое внимание уделяется прибыли от основной деятельности, отражаемой в показателе прибыль от реализации.

Прогнозирование прибыли хозяйственной организации относится к наиболее сложным и недостаточно изученным проблемам финансового планирования. На величину прибыли воздействует множество разнонаправленных факторов, что затрудняет прогнозирование прибыли на основе наблюдения за ее динамикой в прошлые периоды.

На практике возможно применение различных методик прогнозирования (планирования) прибыли, которые можно классифицировать по трем группам[1]:

1. Традиционные методы.
2. Методы маржинального анализа.
3. Экономико-математические методы.

К традиционным обычно относят методы:

- Прямого ассортиментного расчета.

Наиболее распространен, применяется, как правило, при небольшом ассортименте выпускаемой продукции. Сущность его заключается в том, что прибыль ис-

числяется как разница между выручкой от реализации продукции в соответствующих ценах и полной ее себестоимостью за вычетом НДС, акцизов и налога с продаж. Расчету прибыли предшествует определение выпуска сравнимой и несравнимой товарной продукции в плановом году по полной себестоимости и в ценах, а также остатков готовой продукции на складе и товаров отгруженных на начало и конец планового года.

Метод прямого счета можно разделить на два способа планирования:

– укрупненный метод планирования прибыли. Важнейшая особенность заключается в том, что такие компоненты, как себестоимость и отпускная цена, остаются неизменными, а изменяется объем произведенной продукции в натуральном выражении. Применим на предприятиях с незначительной номенклатурой выпускаемой продукции;

– поассортиментный метод планирования. Прибыль определяется по каждой ассортиментной позиции, для чего необходимо располагать соответствующими данными. Используется при более широком ассортименте продукции.

К преимуществам метода прямого счета можно отнести его точность при расчете плановой прибыли, относительную простоту в исполнении.

Недостатки рассматриваемого метода планирования прибыли состоят в том, что он основывается на сложившихся в предшествующем (базисном) периоде отпускных ценах и затратах и его применение затруднено в многономенклатурном производстве.

В современных условиях хозяйствования метод прямого счета можно использовать при планировании прибыли только на очень короткий период времени, пока не изменились цены, зарплата и другие обстоятельства. Это исключает его применение при годовом и перспективном планировании прибыли. Расчет прибыли не позволяет выявить влияние отдельных факторов на плановую прибыль.

• Аналитический метод широко распространен на практике. Он, как правило, применяется в многономенклатурном производстве и призван упростить расчет плановой прибыли.

Исчисление прибыли аналитическим методом состоит из трех последовательных этапов: определение базовой рентабельности как частного от деления ожидаемой прибыли за отчетный год на полную себестоимость сравнимой товарной продукции за тот же период; исчисление объема товарной продукции в плановом периоде по себестоимости отчетного года и определение прибыли на товарную продукцию, исходя из базовой рентабельности; учет влияния на плановую прибыль различных факторов: снижения (повышения) себестоимости сравнимой продукции, повышения качества ее и сортности, изменения ассортимента, цен и т. д.

Преимущество этого метода состоит в том, что он позволяет определить влияние отдельных факторов на плановую прибыль.

• Совмещенного расчета – применяются элементы первого и второго способов. Так, стоимость товарной продукции в ценах планового года и по себестоимости истекшего года определяется методом прямого счета, а воздействие на плановую прибыль таких факторов, как изменение себестоимости, повышение качества, изменение ассортимента, цен и др., выявляется с помощью аналитического метода.

Для применения традиционных методов необходима значительная исходная информация, не доступная на начальной стадии прогнозирования. Эти методы были продуктивны в условиях директивного планирования, но мало пригодны в рыночной экономике.

Методы маржинального анализа включают:

• Расчет точки безубыточности и моделирование прибыли по соотношению «затраты-выпуск-прибыль» (costs-volume-profit).

Планирование прибыли на основе CVP-анализа базируется на распределении затрат на постоянные и переменные, и позволяет рассчитать требуемые предприятию объемы прибыли от продаж с помощью моделирования оптимальной комбинации: цен, объема производства, переменных и постоянных затрат.

- Планирование прибыли на основе эффекта операционного и финансового левериджа (рычага).

Позволяет не только определить изменение прибыли в плановом периоде по сравнению с ее величиной в базисном периоде, но и оценить факторы, влияющие на это изменение.

- Планирование прибыли на основе предельных (дополнительных) издержек и предельного дохода.

Применение этих методов соответствует современной системе финансового контроля, учета издержек и формирования прибыли (директ-костинг) и носит весьма продуктивный характер. Однако оно ограничено пределами релевантного диапазона и рядом условий, в числе которых: устойчивый характер переменных расходов к выручке от продаж, неизменность постоянных расходов, постоянство структуры продаж по видам (группам) продукции. Эти условия достаточно трудно соблюсти в конкретной хозяйственной практике.

Применение математических методов оправдано лишь на основе достоверных экономических моделей, учитывающих реальные факторы в прогнозируемом периоде.

Факторная модель обладает следующими преимуществами: может быть использована при сравнительно малой информационной базе; позволяет определить факторы, влияющие на изменение прибыли, и соответствующим образом на них воздействовать; на ее основе можно проверить достоверность расчета прибыли другими методами.

Применение факторных моделей расширяет возможности прогнозирования прибыли. Эти модели хорошо поддаются программированию и сочетаются с использованием возможностей обработки данных на персональных компьютерах, особенно для расчета структурных сдвигов.

В процессе совершенствования системы планирования прибыли на каждом предприятии должны быть найдены экономически обоснованные ответы на все поставленные вопросы, а также проработаны методы объективного планирования прибыли, что предполагает соблюдение следующих правил [2]:

- дивиденды можно получать до тех пор, пока цена на готовую продукцию превышает средние валовые издержки;

- максимальная прибыль достигается, если цена больше минимума средних валовых издержек предприятия;

- нулевая прибыль соответствует точке равновесия цены продукции предельным затратам на ее изготовление;

- предприятие будет иметь убыток, если средние валовые издержки становятся выше стоимости товара;

- наименьшие убытки возникают в том случае, если цена меньше минимума средних валовых издержек, но больше минимума средних переменных расходов;

- производство продукции следует прекратить, если ее цена ниже минимума средних переменных издержек.

Исчисление оптимального размера прибыли становится важнейшим элементом планирования предпринимательской деятельности на современном этапе хозяйствования. Прогнозные расчеты прибыли важны не только для самих предприятий и ор-

ганизаций, производящих и реализующих продукцию (услуги), но и для акционеров, инвесторов, поставщиков, кредиторов, банков, связанных с деятельностью данного предпринимателя, участвующих своими средствами в формировании его уставного капитала. Поэтому планирование оптимального размера прибыли является важнейшим фактором успешной предпринимательской деятельности предприятий и организаций в период становления и развития рыночной экономики.

Литература

1. Вереснев, В. М. Аналитический метод планирования прибыли / В. М. Вереснев // Экономика, финансы, управление. – 2008. – № 7. – С. 28–31.
2. Гусаков, В. Формирование прибыли в новых условиях хозяйствования / В. Гусаков // Наука и инновации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://innosfera.org/taxonomy/term/671>. – Дата доступа: 16.03.2012. – 2009. – № 12.

АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. А. Запольская

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

Научный руководитель М. В. Голуб

В рыночных условиях залогом выживания и основой стабильности положения предприятия служит его финансовая устойчивость. Она отражает такое состояние финансовых ресурсов, при котором предприятие, свободно маневрируя денежными средствами, способно путем эффективного их использования обеспечить бесперебойный процесс производства и реализации продукции, а также затраты по его расширению и обновлению.

Определение границ финансовой устойчивости предприятия относится к числу наиболее важных экономических проблем в условиях перехода к рынку, поскольку недостаточная финансовая устойчивость может привести к отсутствию у предприятия средств для развития производства, их неплатежеспособности и, в конечном счете, к банкротству, а «избыточная» устойчивость будет препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами. Для оценки финансовой устойчивости предприятия необходим анализ его финансового состояния. Финансовое состояние представляет собой совокупность показателей, отражающих наличие, размещение и использование финансовых ресурсов.

Важнейшей формой деловой активности и финансового состояния предприятия является величина текущих финансовых результатов. Обобщающая оценка финансового состояния предприятия дается на основе таких результативных финансовых показателей, как прибыль и рентабельность.

Прибыль является конечным финансовым результатом предпринимательской деятельности предприятий и в общем виде представляет собой разницу между ценой продукции и ее себестоимостью, а в целом по предприятию представляет разницу между выручкой от реализации продукции и себестоимостью реализованной продукции.

Значение прибыли состоит в том, что она отражает финансовый результат, выражающий эффективность производства, объем и качество произведенной продукции, уровень производительности труда, уровень расходов и т. д. На величину прибыли и ее динамику воздействуют факторы как зависящие, так и не зависящие

от усилий предприятия. Практически вне сферы воздействия предприятия находится конъюнктура рынка, уровень цен на потребляемые материально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы, нормы амортизационных отчислений. В известной степени зависят от предприятия такие факторы, как уровень цен на производимую и продаваемую продукцию и заработная плата. К факторам, зависящим от предприятия, относятся уровень хозяйствования, компетентность руководства и менеджеров, конкурентоспособность продукции, организация производства и труда, его производительность, состояние и эффективность производственного и финансового планирования.

Хозяйственная деятельность предприятий в условиях рынка связана с повышением стимулирующей роли прибыли. Получение прибыли способствует решению таких задач, как рост объема производства, снижения уровня издержек, повышение качества продукции. За счет доли чистой прибыли, оставшейся в распоряжении предприятия после уплаты налогов и других обязательных платежей, осуществляется финансирование мероприятий по расширению производственной деятельности, научно-техническому и социальному развитию предприятий, материального поощрения работников.

Экономически обоснованная система распределения прибыли должна гарантировать выполнение финансовых обязательств перед государством и максимально обеспечить производственные, материальные и социальные нужды предприятия.

Распределение чистой прибыли – одно из направлений внутрифирменного планирования. Порядок распределения и использования прибыли на предприятии фиксируется в уставе предприятия. Основными расходами, финансируемыми из прибыли, являются расходы на развитие производства, социальные нужды трудового коллектива, на материальное поощрение работников и благотворительные цели.

Чистая прибыль предприятий направляется, на финансирование НИОКР, а также работ по созданию, освоению и внедрению новой техники; на совершенствование технологии и организации производства; на модернизацию оборудования; улучшение качества продукции; техническое перевооружение, реконструкцию действующего производства. Чистая прибыль является источником пополнения оборотных средств.

Рентабельность связана с величиной прибыли, но приравнивать эти показатели нельзя. Рентабельность – это относительный показатель, отражающий уровень доходности и измеряемый как коэффициент или в процентах.

Показатели рентабельности характеризуют эффективность работы предприятия в целом, доходность различных направлений деятельности (производственной, предпринимательской, инвестиционной), окупаемость затрат и т. д. Они более полно, чем прибыль, характеризуют окончательные результаты хозяйствования, потому что их величина показывает соотношение эффекта с наличными использованными ресурсами. Их применяют для оценки деятельности предприятия и как инструмент в инвестиционной политике и в ценообразовании.

Показатели рентабельности можно объединить в несколько групп:

1. Показатели, характеризующие рентабельность (окупаемость) издержек 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 течение 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 не точность выполнения каких-либо обязательств фирмы, а также финансовая деятельность предприятия, т. е. управление собственным и заемным капиталом на предприятие, 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.

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 обрабатываемости материалов;
- повышение квалификации рабочих, снижение трудоемкости продукции, совершенствование организации труда.

Основными задачами анализа финансовых результатов деятельности предприятия является:

- оценка динамики абсолютных и относительных показателей финансовых результатов (прибыль, рентабельность);
- факторный анализ прибыли от реализации продукции (работ, услуг);
- анализ финансовых результатов от прочей реализации, внереализационной деятельности;
- анализ и оценка использования чистой прибыли;
- выявление и оценка возможных резервов роста прибыли и рентабельности на основе оптимизации объемов производства и издержек производства и обращения;
- анализ взаимосвязи затрат, объема производства (продаж) и прибыли;
- разработка мероприятий по использованию выявленных резервов.

В традиционном понимании финансовый анализ представляет собой метод оценки и прогнозирования финансового состояния предприятия на основе его бухгалтерской отчетности.

Основными источниками информации для анализа финансовых результатов является форма № 1 (бухгалтерский баланс), форма № 2 (Отчет о прибылях и убытках), форма № 3 (Отчет о движении капитала), форма № 4 (Отчет о движении денежных средств). Кроме того, в анализе используются данные финансового плана, аналитического бухгалтерского учета.

Поддержание необходимого уровня прибыльности – объективная закономерность нормального функционирования предприятия в условиях рыночной экономики. Систематический недостаток объема прибыли, и ее неудовлетворительная динамика свидетельствует о неэффективности и рискованности бизнеса, служат основной предпосылкой предстоящего банкротства.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Р. Н. Беланов

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Инновационная деятельность занимает важное место в экономическом развитии ведущих мировых держав. Тема инноваций становится все популярнее и в постсоветских странах. Производства, основанные на использовании дешевого и неквалифицированного труда – тупиковый путь для молодой и развивающейся экономики Республика Беларусь. С учетом растущей глобализации мировых рынков в условиях мирового финансового кризиса конкурентоспособными могут быть только высокотехнологичные и наукоемкие производства и предприятия.

Инновационная деятельность должна стать приоритетом для государств, стремящихся прочно занять определенные позиции в мировой экономике. Наша страна выбрала путь перехода к инновационной экономике, к экономике знаний, которая базируется на эффективной системе разработки и внедрении новых технологических решений в различные сферы деятельности. В соответствии с Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг., белорусская модель формирования социально-ориентированной рыночной экономики и стратегия устойчивого развития предусматривают проведение эффективной инновационной и инвестиционной политики.

Мировой опыт свидетельствует, что необходимым условием для эффективного инновационного развития является наличие соответствующей инновационной инфраструктуры. Наличие развитой инновационной инфраструктуры способствует эффективному использованию имеющегося научно-технического и инновационного потенциала регионов за счет максимально быстрого переноса созданных фундаментальных знаний в основные сферы деятельности общества. По данным американского ученого Ф. Линна, средний период освоения нововведений с 1885 по 1919 гг. составлял 37 лет, с 1920 по 1944 гг. – 24 года, с 1945 по 1964 гг. – 14 лет, а для наиболее перспективных открытий (квантовая физика, атомная энергетика, электроника) – 3–5 лет. Следует заметить, что инновационная инфраструктура начала активно формироваться лишь с начала 50-х гг. прошлого века, а максимального уровня

ее развитие достигло лишь к середине 90-х гг. XX в. Из приведенного примера видна взаимосвязь между степенью развития инновационной инфраструктуры и скоростью освоения нововведений [1, с. 112].

Инновационную инфраструктуру принято подразделять на ряд базовых элементов в соответствии с основными направлениями деятельности ее субъектов. К этим направлениям относятся:

- производственно-технологическое обеспечение: технопарки, технополисы, технологические инкубаторы, инжиниринговые центры;
- информационно-аналитическое обеспечение: аналитическое обеспечение: аналитические, консалтинговые центры и т. д.;
- финансово-инвестиционное обеспечение: инновационные фонды, институты развития и т. д.;
- подготовка и переподготовка кадров: средние специальные и высшие учебные заведения, учебно-деловые центры и т. д.;
- финансово-инвестиционное обеспечение: инновационные фонды, институты развития и т. д.;
- экспертиза научно-технических и инновационных проектов: экспертные организации, советы и т. д.;
- патентование, лицензирование и консалтинг по вопросам охраны, защиты, оценки и использования интеллектуальной собственности: патентные организации, комитеты по охране прав интеллектуальной собственности и т. д.;
- продвижение научно-технической и инновационной продукции на различные рынки: инновационные биржи, прочие торговые и посреднические организации.

Для обеспечения максимальной, эффективности функционирования все указанные направления, должны являться полноценными звеньями единой цепи, направленной на обеспечение инновационного развития экономики.

Структура управления научно-инновационной деятельностью в Гомельской области представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура управления научно-инновационной деятельностью в Гомельской области

Управление в научном комплексе осуществляют: Гомельский филиал Национальной академии наук Беларуси, Гомельский областной совет ректоров высших учебных заведений, Гомельское отделение Белорусского инженерного общества, Гомельский областной совет Белорусского общества изобретателей и рационализаторов и иные органы управления и общественные организации.

Управлением реальным сектором экономики в Гомельской области задействованы комитеты, управления облисполкома, горрайсполкомы, администрация СЭЗ «Гомель-Ратон», иные органы управления.

По данным Государственного комитета по науке и технологиям, на сегодняшний день в Республике Беларусь действуют 9 технопарков и 5 центров трансфера технологий, в том числе в Гомельской области зарегистрирован 1 технопарк – КУП «Гомельский научно-технологический парк», и один центр трансфера технологий и 2 центра трансфера технологий – Государственное предприятие «Агенство развития и содействия инвестициям» и РУП «Центр научно-технической и деловой информации».

Сегодня научно-технический потенциал Гомельщины уступает лишь столице государства – городу Минску. Здесь расположены 3 института Национальной академии наук Беларуси, 8 высших учебных заведений, 6 из которых – университеты, свыше 20-ти отраслевых научных и проектных институтов, специальных конструкторских и конструкторско-технологических бюро. В январе 2006 г. открыт Гомельский филиал Национальной академии наук Беларуси.

Численность работников, выполняющих исследования и разработки, в области составляет около 3000 человек. Всего в экономике Гомельской области работают 150 докторов и 1100 кандидатов наук, в том числе 1 академик и 7 членов-корреспондентов Национальной академии наук Беларуси.

Около 90 % исследований и разработок, выполняемых научными организациями Гомельской области, носит прикладной характер.

Развитию инновационной деятельности в регионе придается первостепенное значение. Именно инновации рассматриваются как основной фактор повышения конкурентоспособности нашей экономики.

В то же время в Республике Беларусь и в Гомельской области в частности не получил развитие такой институт, как венчурные фонды.

Венчурный фонд (англ. *venture* – рискованное предприятие) – инвестиционная компания, работающая исключительно с инновационными предприятиями и проектами (стартапами).

Для дальнейшего развития научно – технической и инновационной сфер Гомельской области необходимо формирование системы венчурного предпринимательства в качестве эффективного механизма альтернативного финансирования инноваций. Создание венчурных организаций предусмотрено Указом президента Республики Беларусь № 1 от 03.01.2007 г.

Во многих странах деятельность венчурных фондов на рынке капитала очень заметна и развивается уже на протяжении многих десятилетий. Последние данные показывают, что за 2006 г. венчурные инвестиции в начальные стадии развития предприятий увеличились в США на 13 % (до 5,1 млрд дол. США), а в Европе – на 246 % (до 5,9 млрд евро), причем Европа впервые опередила США по этому показателю. 97 % прироста венчурных инвестиций в Европе приходится на инвестиции на стартовом этапе развития предприятия [2, с. 13].

Наибольших результатов в области развития венчурного предпринимательства можно достичь лишь при условии обеспечения тесного сотрудничества с международными и зарубежными финансовыми институтами, имеющими значительный опыт в данной сфере.

В целях развития системы продвижения научно – технической продукции на рынок целесообразным является создание инновационной биржи. Основными функциями инновационной биржи должны являться:

- посредничество в поиске потенциальных потребителей для конкретной нанотехнической разработки;
- определение рыночной стоимости конкретной научно-технической разработки на основе спроса и предложения;

- организация встречи создателя и потенциального потребителя конкретной научно-технической разработки;
- реклама отечественных научно-технических разработок на внутреннем и внешних рынках;
- размещение зарубежных заказов на разработки в отечественных научных организациях.

Важнейшими предпосылками для формирования инновационной инфраструктуры Гомельской области на современном этапе являются существующий научно-технический потенциал и проводимая государственная инновационная политика.

Для дальнейшего развития научно-технической и инновационной сферы Гомельской области необходимо развитие венчурного финансирования.

Ключевым элементом системы продвижения инновационной и научно-технической продукции на рынок должна стать инновационная биржа, сочетающая в себе весь комплекс посреднических функций.

Литература

1. Экономика организаций (предприятий) : учеб. / под ред. И. В. Сергеева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Проспект, 2010. – 560 с.
2. Financing Innovative Development: Comparative Review of the Experiences of Unece Countries in Early Stage Financing, United Nations Publications, 23.12.2008. – 124 с.
3. Концепция Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРОДУКЦИИ НА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ БЫХОВСКОГО РУПП «МОГИЛЕВХЛЕБПРОМ» ФИЛИАЛ «БЫХОВСКИЙ ХЛЕБОЗАВОД»)

Е. А. Советникова

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

В современных условиях одной из основных целей любого ориентированного на экспорт предприятия является обеспечение устойчивой конкурентоспособности производимой продукции как на внешнем, так и на внутреннем рынках [1, с. 120].

Показатели конкурентоспособности продукции являются важными для любого предприятия. Особенно они важны для предприятий, производящих продукты питания [2, с. 25]. В настоящее время повышение качества продуктов питания является приоритетным направлением развития национальной экономики Беларуси на 2011–2015 гг., служит залогом здорового образа и роста качества жизни населения.

Нами было проведено исследование конкурентоспособности продукции РУПП «Могилевхлебпром» филиал «Быховский хлебозавод».

Одним из наиболее потребляемых населением продуктов питания является хлеб и хлебобулочные изделия. Несмотря на снижение на 3,3 % в 2011 г. потребления хлеба по сравнению с 2010 г. хлеб и хлебобулочные изделия составляют значительную долю в рационе питания жителей Беларуси. По мнению аналитиков, белорусская минимальная потребительская корзина включает в себя 70 кг хлеба в год.

На территории Быховского района ежедневно осуществляются продажи хлебобулочных изделий таких предприятий, как КУП «Минскхлебпром», продукция пе-

карни в г. Могилева ОРСа Бел. ЖД НОД-5, РУПП «Костюковичский хлебозавод» и, в частности, РУПП «Могилевхлебпром» филиал «Быховский хлебозавод». С целью определения места и роли этих предприятий на рынке хлебобулочных изделий, на основе социологического опроса потребителей был проведен анализ конкурентоспособности выпускаемой данными предприятиями продукции по ряду факторов, основными из которых являются качество выпечки, вкусовые качества изделий, свежесть, упаковка, имидж, ассортимент, цены, соответствие потребностям покупателей, реклама. В результате данного исследования было выявлено, что большая часть респондентов (более 45 %) отдали свое предпочтение продукции предприятия КУП «Минскхлебпром», на втором месте оказалась продукция пекарни в г. Могилева ОРСа Бел. ЖД НОД-5 – 34 %, а на третьем – РУПП «Костюковичский хлебозавод» – 5 %. Причем основными причинами, по которым продукция РУПП «Могилевхлебпром» филиал Быховский хлебозавод» не устраивает потребителей, по мнению последних, являются: низкое качество (43,3 %), недостаток информации (11,46 %), цена (18,6 %), ассортимент (21 %), не указали недостатков – 5,64 %.

Для более углубленного изучения данной проблемы был проведен анализ качества выпускаемой продукции, в результате которого было установлено, что основными причинами, вызывающими брак, являются: устаревшее оборудование и технологические процессы (35 %), нарушение технологической дисциплины (20 %), неудовлетворительное качество сырья (20 %), некачественная упаковка (16 %), транспортировка готовой продукции (4 %), прочие причины (2 %). Следовательно, низкое качество продукции на исследуемом предприятии вызвано устаревшим оборудованием и технологическими процессами.

В целом анализ конкурентоспособности показал, что индекс конкурентоспособности исследуемого предприятия равный 1,043 свидетельствует о незначительном конкурентном преимуществе предприятий – конкурентов (индексы которых равны 1,069; 1,093; 1,0) над оцениваемым предприятием. В качестве базы для сравнения конкурентоспособности был выбран на основе изучения мнений потребителей конкурирующий товар – хлеб из пшеничной муки производства КУП «Минскхлебпром».

Для решения проблемы низкой конкурентоспособности и повышения качества выпускаемой продукции анализируемого предприятия нами разработаны следующие мероприятия:

1. Применение модифицированных крахмалов и комбинированных улучшителей с целью повышения качества и конкурентоспособности хлебобулочных изделий. Данные к расчету прибыли за счет улучшения качества «хлеба из пшеничной муки» представлены в табл. 1.

Для проведения расчета не полностью заменим хлеб с добавками на хлеб без добавок, а оставим в продаже 10 % хлеба без добавок-улучшителей и произведем 90 % с содержанием улучшителей.

Таблица 1

Данные для расчета прибыли

| Сорт продукции | Отпускная цена за единицу продукции, р. | Удельный вес, % | | | Изменение средней цены реализации, р. |
|-------------------------------|---|-----------------|-----------|------|---------------------------------------|
| | | факт | возможный | +, – | |
| Хлеб с добавками-улучшителями | 2625 | 0 | 90 | 90 | +2362,5 |
| Хлеб без добавок | 2176 | 100 | 10 | 90 | –1958,4 |
| <i>Итого</i> | – | 100 | 100 | – | +404,1 |

Из данных таблицы следует: с увеличением удельного веса «хлеба из пшеничной муки» с содержанием добавок для улучшения качества продукции и сокращением удельного веса «хлеба из пшеничной муки» без их содержания средняя цена реализации хлеба возрастет на 404,1 р. Тогда, если считать, что возможный объем реализации 1 партии продукции составляет 1050 шт., то сумма прибыли за возможный объем реализации возрастет на 2481 тыс. р. Таким образом, в результате реализации данного мероприятия предприятие не только сможет повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции, но и увеличит прибыль от реализации.

2. Немаловажным элементом конкуренции на рынке является реклама, которая выступает главным инструментом улучшения известности имени предприятия. Основными направлениями рекламных мероприятий для РУПП «Могилевхлебпром» филиал «Быховский хлебозавод» должны стать следующие: участие на международной специализированной выставке – ярмарке; реклама в средствах массовой информации, а также реклама на радио и телевидении; изготовление рекламной продукции.

Суммарные затраты на реализацию данного мероприятия за квартал представлены в табл. 2.

Таблица 2

Суммарные затраты предприятия на рекламу за квартал

| Рекламные мероприятия | Затраты, млн р. |
|----------------------------------|-----------------|
| Семинар-презентация | 2,4312 |
| Реклама в СМИ, в том числе: | |
| газета «Маяк Приднепровья» | 2,952 |
| газета «Советская Белоруссия» | 9 |
| газета «Днепровская неделя» | 3,324 |
| Показ рекламного ролика | 6 |
| Изготовление рекламной продукции | 14,110875 |
| <i>Итого</i> | 37,818075 |

Исходя из данных таблицы видно, что наибольшие затраты предприятие понесет изготавливая рекламную продукцию и размещая рекламу в газете «Советская Белоруссия». Однако это даст возможность предприятию привлечь новых покупателей, расширить имеющиеся и выйти на новые рынки сбыта и, в конечном счете, повысить известность имени предприятия и тем самым повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции и получить дополнительную прибыль.

3. Расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет производства сухариков типа «Компашки» или «Кириешки», как способа повышения конкурентоспособности товарной массы предприятия. Это мероприятие касается хлебобулочного цеха, продукция которого в черством виде может вернуться на завод.

Таблица 3

Расчет прибыли и экономического эффекта за счет производства и реализации сухариков

| Затраты на производство 1 т готовой продукции, млн р. | Объем производства, т | Затраты на производство 10 т сухариков, млн р. | Отпускная цена предприятия 1 т готовой продукции, млн р. | Отпускная цена предприятия 10 т готовой продукции, млн р. | Годовая прибыль (гр. 5 – гр. 3), млн р. | Экономический эффект (гр. 6 / гр. 3), % |
|---|-----------------------|--|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5,55 | 10 | 55,5 | 9,489 | 94,89 | 39,39 | 71 |

Исходя из данных таблицы видно, что затраты на производство 10 т готовой продукции составят порядка 55,5 млн р., годовая прибыль 39,39 млн р.

Таким образом, в результате внедрения данного мероприятия предприятие сможет не только повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции, но и получить дополнительную прибыль.

В заключении отметим, что важнейшим условием функционирования рыночных отношений является наличие конкуренции. Проведенные исследования конкурентоспособности и качества продукции предприятия РУПП «Могилевхлебпром» филиал «Быховский хлебозавод» позволили выявить ряд недостатков по снижению качества выпускаемой продукции и предложить мероприятия, которые помогут не только повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции, но и обеспечить получение дополнительной прибыли.

Литература

1. Власенко, Т. И. Конкурентоспособность и технологии: настоящее и будущее белорусского экспорта / Т. И. Власенко // Проблемы управления. – 2007. – № 2. – С. 120–123.
2. Говорова, Н. Конкурентоспособность – основной фактор развития экономики / Н. Говорова // Проблемы теории и практики управления. – 2006. – № 4. – С. 25–37.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ РИСКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. С. Степаненко

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

Научный руководитель Я. П. Хило

В настоящее время одной из основных задач развития экономики является обеспечение устойчивой позиции промышленных предприятий в нестабильной внешней среде. Если предприятие финансово устойчиво, то оно имеет преимущество по сравнению с другими участниками рынка в привлечении инвестиций, получении кредитов, работе с поставщиками и кадрами, оно не вступает в конфликт с государством и обществом. Чем больше финансовая устойчивость предприятия, тем более оно способно адаптироваться к изменению условий внешней среды. В связи с этим первостепенное значение для предприятия приобретает диагностика риска банкротства предприятия.

Банкротство в соответствии с Законом о банкротстве [1] – признанная хозяйственным судом или объявленная должником неплатежеспособность должника, имеющая или приобретающая устойчивый характер.

Гибкая система финансового менеджмента на предприятии должна оперативно реагировать на любые изменения в его деятельности, что особенно актуально в условиях мирового финансового кризиса и практически невозможно без использования эффективных методов оценки риска банкротства. Как следствие, для обеспечения стабильного функционирования предприятия в условиях сложной макроэкономической ситуации необходимо осуществлять не только анализ текущего финансового состояния предприятия, но и его раннюю диагностику на предмет возможного банкротства в будущем.

В зарубежных странах для оценки риска банкротства предприятий используется несколько методов, в частности линейные модели дискриминантного анализа, логит-модели, пробит-модели, генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети, деревья классификации (решений), метод последовательной минимальной оптимизации. Однако возможность применения зарубежных методик и моделей в Республике Беларусь ограничена ввиду различий в правилах и принципах составления бухгалтерской отчетности, а также в системах законодательства, регулирующих процедуры банкротства.

Принятие решения об экономической несостоятельности (банкротстве) предприятия в Республике Беларусь основывается на нормативно-методической информации, изложенной в «Правилах по анализу финансового состояния и платежеспособности субъектов предпринимательской деятельности» (2000). При этом признание предприятия потенциальным банкротом слагается из двух этапов [2].

Первый этап диагностики потенциального банкротства связан с выявлением и анализом неплатежеспособности предприятия на основе бухгалтерского баланса и, в свою очередь, состоит из двух шагов:

1. На первом шаге вычисляются общепринятые в мировой практике для диагностики банкротства показатели, характеризующие структуру баланса компании:

- а) коэффициент текущей ликвидности;
- б) коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами.

Структура баланса признается неудовлетворительной, а предприятие неплатежеспособным, если значения хотя бы одного из двух приведенных коэффициентов оказываются меньше их нормативных значений.

2. Второй шаг связан с анализом характера неплатежеспособности фирмы, поскольку для признания предприятия потенциальным банкротом необходимо, чтобы оно было не просто неплатежеспособным, а устойчиво неплатежеспособным. Согласно белорусским нормативам предприятие признается устойчиво неплатежеспособным, если оно имеет неудовлетворительную структуру баланса в течение четырех кварталов, предшествующих дате анализа.

Второй этап диагностики потенциального банкротства связан с признанием (или непризнанием) устойчиво неплатежеспособного должника потенциальным банкротом на основании значений таких показателей, как:

- а) коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами. Значение данного коэффициента не должно превышать 0,85;
- б) коэффициент обеспеченности просроченных финансовых обязательств активами. Нормативное значение данного показателя не должно превышать 0,5 [3].

В настоящее время отсутствует единый подход, представляющий достаточно полную классификацию известных методов оценки риска банкротства предприятий, которая позволила бы их финансовым службам сформировать объективное пред-

ставление об инструментари, которым можно оперировать с целью мониторинга риска банкротства.

В научной литературе общепринятой является классификация методов оценки риска банкротства на две крупные группы лишь по одному признаку (в зависимости от степени формализации):

1. Количественные методы оценки риска банкротства, которые предполагают построение некоторой количественной модели.

2. Качественные методы, не предполагающие количественные расчеты.

Попытки учесть все многообразие имеющих место на практике финансовых состояний современного предприятия привели к разработке целого ряда комплексных (интегральных) моделей оценки возможности банкротства, среди которых наиболее известны следующие:

1. Двухфакторная модель оценки возможности банкротства М. А. Федотовой.

2. Рейтинговая модель оценки возможности банкротства Р. С. Сайфулина, Г. Г. Кадыкова, принимающая во внимание уже пять влияющих факторов.

3. Пятифакторная модель оценки возможности банкротства Альтмана (Z-счет Альтмана).

4. Модель оценки возможности банкротства У. Бивера, предполагающая вычисление так называемых показателей Бивера и определение на их основе вероятности экономической несостоятельности предприятия.

Согласно Быкову А. А. и Беяцкой Т. Н. выделяются две группы методов прогнозирования банкротства – эвристические и экономико-статистические [4].

Наибольший интерес для отечественных предприятий представляют экономико-статистические методы, в частности, государственная методика, пятифакторная модель Альтмана (только для крупных предприятий) и метод многомерного дискриминантного анализа.

По методике, принятой в Республике Беларусь (государственная методика), риск банкротства диагностируется с помощью коэффициента банкротства (K_6). Этот показатель определяется как отношение всех обязательств организации к общей стоимости ее имущества. Если он превышает 0,5 (50 %), значит организация находится на грани банкротства.

Государственная методика хороша тем, что проста в применении, однако она не может предвидеть изменения финансового положения организации в краткосрочном периоде, а также использует только один фактор в определении вероятности банкротства, что является недостаточным.

Пятифакторный метод Альтмана (1968) позволяет определять вероятность банкротства, используя пять факторов. Но при этом следует учитывать недостатки пятифакторного метода:

– ограниченность области применения (только крупные организации);

– невозможность учесть влияние рентабельности.

Выводы о вероятности банкротства можно делать также на основе сопоставления показателей исследуемого предприятия и аналогичных предприятий, обанкротившихся или избежавших банкротства. Одним из таких методов является метод дискриминантного анализа, с помощью которого решаются задачи классификации, т. е. отнесения некоторой совокупности анализируемых объектов (одного или нескольких) на классы путем построения так называемой классификационной модели.

Процесс построения модели включает в себя следующие этапы:

- формирование выборки предприятий аналогичного типа, содержащей как обанкротившиеся предприятия, так и избежавшие банкротства;
- определение состава показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия;
- разделение предприятий на две группы – предприятия-банкроты и предприятия, преодолевшие кризис и выжившие, и их описание с помощью выбранной системы финансовых показателей;
- представление исходных данных в виде некоторых формальных конструкций;
- построение дискриминантной (разделяющей, классифицирующей) функции и ее идентификация;
- определение статистических оценок параметров дискриминантной функции.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее эффективным является метод дискриминантного анализа, так как он позволяет выделить наиболее важные показатели для предсказания банкротства и построить уравнение регрессии, которое связывает эти показатели в единую функциональную зависимость.

Важно учитывать необходимость совершенствования существующего методического аппарата в области оценки риска банкротства отечественных предприятий, так как в настоящее время отсутствует единый подход, представляющий достаточно полную классификацию известных методов оценки риска банкротства предприятий, которая позволила бы их финансовым службам сформировать объективное представление об инструментарии, которым можно оперировать с целью мониторинга риска банкротства.

Литература

1. Об экономической несостоятельности (банкротстве) : Закон Респ. Беларусь от 18 июля 2000 г. № 423–З. – Минск : Амалфея, 2001.
2. Банк законов. Информационный портал Беларуси // Правила по анализу финансового состояния и платежеспособности субъектов предпринимательской деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.bankzakonov.com. – Дата доступа: 15.03 2012.
3. Байнев, В. Ф. Антикризисное управление : учеб. пособие / В. Ф. Байнев. – Минск : БГУ, 2002. – 144 с.
4. Быков, А. А. Антикризисный менеджмент / А. А. Быков, Т. Н. Беляцкая. – Минск, 2003. – 256 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ ВАЛЮТНОГО КУРСА

Н. С. Серапин

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Научный руководитель Л. Н. Марченко

Экономика Республики Беларусь в 2011 г. подверглась влиянию целого ряда проблем. Наиболее острой проблемой явилась неуправляемая ситуация сложившаяся на валютном рынке, связанная с резкой динамикой валютного курса. По нашему мнению динамику изменения курса белорусского рубля по отношению к доллару США можно условно разбить на четыре последовательных этапа.

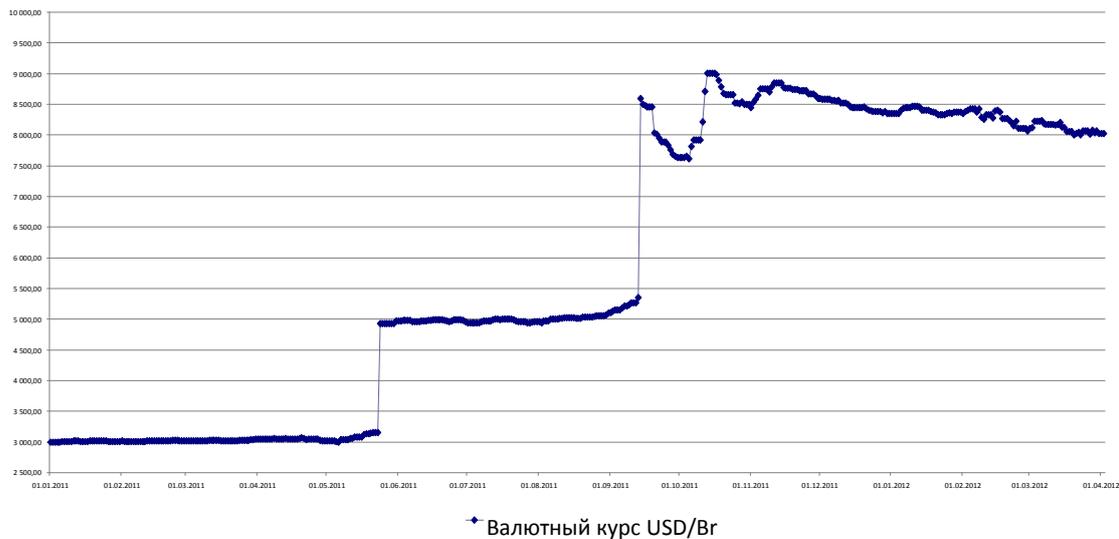


Рис. 1. Динамика валютного курса USD/Br в Республике Беларусь за 2011–2012 гг.

Видно, что первый этап начинается с 01.01.2011 г. и продолжается до 23.05.2011 г. (рис. 1). Этот этап характеризуется тем, что на протяжении четырех с половиной месяцев курс белорусского рубля удерживался на уровне 3000 р. за 1 доллар США. 23 мая 2011 г. Национальный Банк Республики Беларусь единовременно снизил курс белорусского рубля по отношению к доллару США до уровня 4930 р. за 1 дол. США. Темп прироста изменения курса рубля составил 64,4 %.

Второй этап начинается с 24.05.2011 г. и продолжается до 13.09.2011 г. (рис. 1). Этот этап характеризуется сдерживанием курса белорусского рубля по отношению к доллару США на уровне 5000 р.

Третий этап (рис. 1) начинается с 14.09.2011 г. и продолжается до 31.10.2011 г. Темп прироста изменения валютного курса с начала года составил 183 %. На данном этапе валютный курс достигнул своего наибольшего значения за весь рассматриваемый период (10.13.2011 г. 9010 р. за 1 дол. США).

Четвертый этап начинается примерно с 01.01.2011 г. и продолжается до настоящего времени. На данном этапе курс белорусского рубля по отношению к доллару США удерживаются в пределах 8000–8500 р., т. е. в три раза выше курса на начало года.

Таким образом, курс доллара за 2011 г. вырос с 3000 до 8500 белорусских рублей, совокупная девальвация за весь рассматриваемый период составила 167,3 %.

Поскольку динамика изменения курса белорусского рубля по отношению к доллару США рассматривались как четыре последовательных этапа, то целесообразно для построения модели тренда использовать кусочно-непрерывную функцию. Расчеты проводились в MS Excel. Уравнение тренда имеет вид:

$$y = \begin{cases} 0,0001t^3 - 0,0242t^2 + 1,3935t + 2993,6 & \text{при } t \in (01.01.2011; 23.05.2011); \\ 0,0012t^3 - 0,1584t^2 + 6,0848t + 4913,1 & \text{при } t \in (24.05.2011; 13.09.2011); \\ -0,1427t^3 + 11,388t^2 - 236,12t + 9152,5 & \text{при } t \in (14.09.2011; 31.10.2011); \\ -0,0002t^3 + 0,059t^2 - 8,3976t + 8799,3 & \text{при } t \in (01.11.2011; 02.04.2012). \end{cases}$$

Проверка адекватности показала хорошее качество модели. Точность прогнозов составила 0,96 %.

В настоящее время наблюдается выраженный тренд повышения курса белорусского рубля по отношению к доллару. Используя данную модель можно строить краткосрочный прогноз изменения курса USD/Br.

Литература

1. Белорусская валютно-фондовая биржа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bcse.by/currency-market/results/auctiontotals.aspx>.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ С ЕВРОПЕЙСКИМ СОЮЗОМ

Е. В. Кулиш

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

Научный руководитель В. В. Клейман

Актуальность темы: данная тема является актуальной в условиях интеграции и все более тесного сотрудничества между странами, а такое крупное надгосударственное образование как Евросоюз не может не оказывать влияния на нашу страну. Таким образом, рассмотрев опыт интеграции ЕЭС, мы сможем понять систему взаимодействия Евросоюза и Беларуси, осознать перспективы развития международных отношений между Республикой Беларусь и Европейским Союзом.

Цель исследования: выявить, существующие на данный момент, проблемы экономической интеграции с Европейским союзом.

Цель достигалась методом исследования источников литературы и интернет-источников.

Экономическая интеграция, является исторически сложившейся общностью, которая складывалась на протяжении многих лет. Она представляет собой процесс сближения и взаимопереплетения экономик нескольких стран с однородными социально-экономическими системами, нацеленный на создание единого хозяйственного организма.

Между участниками интеграции осуществляется более глубокое разделение труда, ведется интенсивный обмен товарами, услугами, капиталами, рабочей силой. Идея о тесной взаимосвязи между странами находила свое политическое выражение еще в древних странах.

В 1958 г. было создано Европейское экономическое сообщество (ЕЭС), которое превратилось в мощную экономическую группировку. В рамках Сообщества установлены льготы взаимной торговли, проводится общая экономическая политика, постоянно снимаются ограничения на передвижение товаров, капиталов, рабочей силы.

Конечно, звучит очень привлекательно и все кажется выгодным для внешней экономики любой страны, но ведь совсем не так все хорошо, как это может казаться на первый взгляд. Существуют определенные классы проблем, связанных с экономической интеграцией с Европейским союзом.

Проблема 1. Внутри Европы успешный ход политической и экономической интеграции натолкнулся на препятствие в виде «культурных факторов»: внутренние проблемы стран ЕС, ставшие очевидными в ходе интеграции, получили свое выражение в виде роста «локального сепаратизма», обращения к национализму и так да-

лее. По данным Организации непредставленных народов сегодня в мире более 300 народов, которые либо претендуют, либо формально имеют право претендовать на создание собственного независимого государства, поэтому даже во вроде бы весьма благополучном Европейском Союзе до сих пор имеется немало очагов напряженности. Более того, по мере его расширения их число возрастает: во Франции имеются проблемы с Корсикой, в Румынии – с Трансильванией, в Италии – с севером страны, в Словакии – с венгерским меньшинством. Но наиболее острым является положение в Испании, Великобритании и Бельгии. Возникла необходимость в том, чтобы оформить политическое и экономическое единство в качестве «единства культурного», но основанного не на унификации, а на разнообразии, *мультикультурализме*. Можно по-разному относиться к идее мультикультурализма, но эта идея являлась, очевидно, демократической: речь шла об учете интересов всех, а не о навязывании какой-то одной модели общеевропейской идентичности всем жителям ЕС.

Проблема 2. Для набирающей силу скептической точки зрения относительно дальнейшего расширения ЕС определенное значение имеет экономический аргумент: заявки с просьбой о вхождении в ЕС поступают от стран с относительно низким уровнем развития экономики, слабой технической инфраструктурой, низким по сравнению со среднеевропейским уровнем ВВП. Эти страны по большому счету не отвечают установленным в ЕС критериям принятия новых членов (так называемые критерии вхождения). Таким образом, достижение экономического единения и равномерного развития всех стран – членов ЕС становится все более проблематичным, а цена расширения может негативным образом сказаться, например, на формировании общего бюджета ЕС, что в результате будет оказывать сдерживающий эффект на темпы развития ЕС в целом. В этом случае следует принять во внимание существенную проблему: большое количество стран, входящих в ЕС, со все более и более разнящимся уровнем экономического развития означает дифференциацию темпа интеграции (либо дифференциацию степени интеграции в данных областях) в группах стран – членов ЕС: одни государства быстрее реализуют цели объединения, другие – медленнее. Одни государства находятся как бы в привилегированном положении – быстрее достигают цели и быстрее получают от этого экономические выгоды. Другие же – в более худшем положении. Также у каждой страны свои интересы, и каждая будет стремиться к их достижению, то есть, нет единой заинтересованности. В конечном счете, практическая реализация такого сценария евро-интеграции в большом масштабе влечет за собой фундаментальную угрозу: региональная экономическая интеграция становится половинчатой, и ее суть оказывается подорванной.

Проблема 3. Высокая доля безработных в экономически активном населении – проблема всех стран ЕС, имеющая долговременный характер. Причины повышенного уровня безработных кроются в демографической ситуации (рост численности рабочих-иммигрантов, высокая активность женщин, ускоренные темпы роста активного населения в районах, где проблема безработицы наиболее остра).

Проблема 4. Непомерные долги. Денег на стороне европейские правительства набрали немало. Почти 9 триллионов евро. Или 73 % общеевропейского ВВП. Спасение банков и корпораций – дело недешевое, а налогов в кризис много не соберешь – все логично.

Проблема 5. Прежде идея единства обладала огромной притягательной силой для множества людей из разных государств. Теперь же доверие, например, немцев к европейскому проекту упало с 60 до 30 %, такие же тенденции наблюдаются и в других странах. Их население недовольно повышением налогов, использованием своих денег на погашение чужих долгов, поддержкой переселенцев и угрозой исламизации

Европы. Они не возражают, чтобы их налоги шли в более слабые регионы, хотя и тут есть исключения. Например, многие жители Милана и Турина не могут понять, почему они должны содержать сицилийцев, а фламандцы в Бельгии выступают против поддержки валлонов. ЕС же национальным государством не является, поэтому внутри него такие настроения выражены в значительно большей степени. Богатые немцы и голландцы не хотят платить за экономический беспорядок, с которым не могут справиться греки или испанцы. В связи с этим континентальной Европе угрожает разделение на экономически мощный Север и зависимый от него Юг.

Проблема 6. Проблемы, возникшие в зоне евро (долговой кризис, введение единых еврооблигаций, которые могли бы поддержать долговой рынок, на что Германия не готова, так как с точки зрения Берлина это выглядит как перекладывание на немецкую экономику чужих проблем не разово, а на постоянной основе и др.) связаны с рядом причин. Одна из них заключается в таком принципе формирования европейского валютного союза, в соответствии с которым единые решения принимаются только по денежной политике, тогда как бюджетная и налоговая сферы остаются на усмотрение каждой из стран Европейского Союза.

Подобные угрозы позволяют полагать, что идея единой Европы, несмотря на сегодняшние трудности, все же сохранит свое значение, и краха еврозоны – и тем более распада ЕС – не случится. В то же время очевидно, что Европейский Союз будет иным.

Чем ближе страны по политическому, социально-экономическому складу, тем быстрее и легче им союзничать. Выгоды сотрудничества с таким глубоко интегрированным объединением как Евросоюз, особенно очевидны в контексте стоящих перед Республикой Беларусь задач по дальнейшему укреплению национального суверенитета, государственному строительству, модернизации и реформированию белорусского общества и экономики и интегрированию нашей страны в систему международных отношений в качестве ее равноправного участника.

Евросоюз – в высшей степени емкий и перспективный рынок для белорусских предприятий. Отсутствие внутренних торговых барьеров обеспечивает беспрепятственную циркуляцию товаров, услуг и инвестиций из третьих стран между всеми 27-ю государствами-членами Евросоюза, а наличие единой валюты облегчает взаимные расчеты в торговле со всеми странами валютного союза.

Евросоюз – один из ключевых инвесторов в Беларусь. Инвестируемые средства используются для технологического перевооружения реального сектора белорусской экономики и запуска новых производств. Это способствует росту конкурентоспособности отечественных предприятий на внешних рынках и снижению зависимости внутреннего рынка от поставок из-за рубежа.

Евросоюз – основной источник международной технической помощи Беларуси. Данная помощь носит безвозмездный характер и направлена на финансирование сотрудничества между Беларусью и ЕС по взаимовыгодным направлениям.

С учетом перечисленных обстоятельств белорусская сторона, начиная с момента установления дипломатических отношений с ЕС в августе 1992 г., стремится к усилению европейского вектора своей внешней политики. Как результат, в марте 1995 г. в г. Брюсселе было подписано соглашение о партнерстве и сотрудничестве (СПС) между Беларусью и Евросоюзом.

Однако в сентябре 1997 г. Евросоюз ввел ряд политически мотивированных ограничительных мер в отношении Республики Беларусь. Эти меры включали запрет на контакты на высшем и высоком уровнях, замораживание практического сотрудничества в различных областях и технического содействия, за исключением проек-

тов ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Ратификация СПС была также приостановлена. Последовательные усилия белорусской стороны по нормализации политического диалога с Европейским союзом позволили переломить негативные тенденции в отношениях с ЕС.

Итак, можно сделать вывод, что цель выявить, существующие на данный момент, проблемы экономической интеграции с Европейским союзом достигнута, а сотрудничество Беларуси с Евросоюзом в будущем будет проявляться как политика соседства, которой предусмотрено со стороны Европейского союза предоставить свою помощь в повышении уровня жизни белорусских граждан, повысить интенсивность и улучшить качество контактов между Беларусью и ЕС, более глубокие торгово-экономические отношения и больше возможностей для ведения бизнеса, а со стороны Беларуси – проявить свое уважение к демократическим ценностям и основным правам граждан Беларуси.

Секция VII
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
ЗЕЛЕННЫХ И РЕДКИХ КУЛЬТУР

Д. С. Вечорко, Д. А. Марковская, Д. А. Карась

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

Научный руководитель А. П. Шкляр

Растения, объединенные по хозяйственно-биологическому признаку в группу «зеленные», самые многочисленные представители овощных культур.

Для зеленных характерен ряд особенностей:

- видовое разнообразие;
- особенности технологии;
- особенности потребления и сбыта.

Товарная продукция (зелень) – продукт скоропортящийся, приобретает и потребляется в небольших количествах – это оказывает серьезное влияние на производственно-сбытовую деятельность.

В целях анализа ассортимента и состояния цен на зеленные, особенно во внесезонный период, согласно методике НИР, были посещены некоторые рынки города Минска. В ходе исследований собрана, систематизирована и проанализирована оперативная информация о ценах и разнообразии овощных культур, реализуемых в период с 21 февраля по 4 марта 2012 г. Данные обработаны статистически, представлены наглядно в виде таблиц. Приведен прогноз относительно промышленного производства данной группы культур.

Чтобы сохранить товарный вид и потребительские качества, в конце прошлого столетия ведущие производители освоили технологию производства зеленных в малообъемной культуре. Так, на прилавках европейских супермаркетов и на овощных рынках, преимущественно во внесезонный период, появились зеленные в миниатюрных контейнерах, горшочках (базилик, майоран, тимьян, укроп, фенхель, чабер...). Сравнительно недавно подобный товар появился и на нашем рынке, правда, купить в горшочке сегодня можно пока только латук посевной (салат).

В числе причин, обеспечивающих конкурентоспособность этих культур, следующие:

- расширение ассортимента возделываемых и потребляемых культур;
- высокая питательная ценность;
- скороспелость;
- невысокая требовательность к условиям произрастания.

Современному человеку предоставлены все возможности улучшить культуру питания за счет расширения ассортимента потребляемых в пищу растений.

Около 20 лет тому назад спаржевая фасоль, цветная капуста, пекинская и капуста брокколи только начинали появляться на прилавках. Сегодня это достаточно популярные растения.

По самым приблизительным подсчетам, за год население республики съедает не менее 100000 т капусты цветной, капусты брокколи, капусты пекинской и спаржевой фасоли в свежем и замороженном виде.

Говоря о высокой питательной ценности, следует отметить, что зеленные содержат белки, углеводы и органические кислоты. В них особенно много витамина С. Минеральные вещества (калий, натрий, кальций и др.), содержащиеся в этих растениях, выполняют важную функцию в процессе обмена веществ. Ароматические вещества, входящие в состав многих зеленных, улучшают вкус пищи, возбуждают аппетит и благотворно влияют на процессы пищеварения. Многие из них обладают лечебными свойствами.

Ряд диетологов высказывают мнение о том, что для удовлетворения потребности в витаминах и других ценных для организма человека веществ группа зеленных гораздо ценнее традиционных овощей.

Скороспелость – это одно из важнейших, в том числе и экономических преимуществ. Урожай у большинства представителей этой группы овощных формируется через 30–40 дней после появления всходов. Таким образом, за вегетационный период товарную продукцию можно получить несколько раз.

Благодаря скороспелости значительно повышается эффективность единицы площади защищенного грунта при возделывании зеленных во внесезонный период (поздняя осень – зима – ранняя весна).

Невысокая требовательность к условиям произрастания не менее важный фактор, повышающий рентабельность производства зеленных, особенно во внесезонный период.

Только благодаря скороспелости и невысоким требованиям к температурному режиму при выращивании зеленных в защищенном грунте затраты на единицу площади уменьшаются более чем в 2,5 раза.

Подобная ситуация наблюдается и при возделывании этих культур в открытом грунте. Так, по данным российских исследователей, рентабельность производства лука шалота и лука батуна при двухлетней культуре составила 105–118 %, петрушки листовой и укропа – 112–143 %, латука посевного (салат) – 160–187 %, капусты пекинской – 180 %, капусты цветной – 107–140 %, базилика 87–112 %.

Зеленные в нашей республике по-прежнему остаются наиболее слабым звеном в товарном производстве овощей. Об этом свидетельствуют официальные данные. Так, в 2010 г. 27 крупнейшими в республике тепличными комплексами в защищенном грунте было произведено 88,3 тыс. т овощей, в том числе 39,4 тыс. т огурцов и 47,6 тыс. т томатов. Таким образом, на долю томатов и огурца приходится 98,7 % валового производства. И только 1,3 % включает в себя прочие культуры. В их числе: баклажан, перец, укроп, перец, сельдерей, салат. Сколько из этого 1,3 % приходится на долю зеленных? Вне всякого сомнения, меньшая часть.

Правительство предпринимает решительные шаги по кардинальному изменению ситуации. Рядом постановлений предусмотрен комплекс мер по обеспечению потребностей страны в ранних овощных культурах. Рассматривается вопрос о расширении списка овощей за счет группы «зеленные». Производителям ставятся задачи довести количество выращиваемых культур до 15 наименований.

Несмотря на то что набор культур, возделываемых в защищенном грунте республики, будет увеличиваться, прогноз на ближайшие 5 лет относительно расширения ассортимента за счет зеленных неутешительный. И этому есть объективные причины:

- практически отсутствует научное сопровождение;
- требуется реконструкция сооружений защищенного грунта;
- отсутствие отечественных энергоэффективных технологий;
- отсутствие отечественных сортов зеленных культур и системы их семеноводства.

Ведущие отечественные специалисты, склоняясь в пользу зеленных, высказывают серьезные опасения по вопросу целесообразности их возделывания в теплицах, построенных еще в прошлом столетии. Перспективу промышленного выращивания зеленных они связывают с внедрением специальных дорогостоящих установок и линий.

Сегодня основные посевы зеленных сосредоточены на дачных и приусадебных участках. О растущей популярности зеленных свидетельствует и тот факт, что на рынках республики уже встречается чуть более 15 видов растений. Причем более богатый ассортимент представлен на УП «Комаровский рынок». Мелкие сельскохозяйственные рынки не отличаются большим разнообразием представленного товара. Кроме того, представленные здесь овощи дороже в среднем в 1,2 раза, чем на центральном городском рынке УП «Комаровский рынок».

Вероятнее всего, большинство овощей из списка еще не достаточно популярны у нашего населения, и тем не менее опрос продавцов показывает, что на УП «Комаровский рынок» закупку зеленных овощей периодически осуществляют кафе и рестораны.

Следует отметить, что большинство представленных в таблице овощей (в данный промежуток времени) ввозится из Испании, Голландии, Польши, Португалии.

Ассортимент зелени, заказываемой у отечественных индивидуальных производителей ресторанами, еще богаче. Кроме представленных на рисунке видов, в него входят: листовая салатная горчица, мангольд, кресс-салат, эстрагон, чабер, фенхель обыкновенный, шалфей лекарственный, душица, иссоп, любисток, мелисса, бораго, хризантема съедобная.

Результаты мониторинга цен на зеленные культуры (февраль–март 2012 г.)

| Название культуры | Масса, кг | Торговое предприятие | |
|----------------------|-----------|------------------------|------------------------------|
| | | УП «Комаровский рынок» | Рынок в микрорайоне «Уручье» |
| Кинза | 0,1 | 25000 | – |
| Шпинат | 0,1 | 35000 | – |
| Базилик | 0,1 | 20000 | – |
| Рукола | 0,1 | 25000 | – |
| Мята | 0,1 | 25000 | – |
| Розмарин | 0,1 | 25000 | – |
| Петрушка | 0,1 | 8000 | – |
| Тимьян | 0,1 | 25000 | – |
| Укроп | 0,1 | 8000 | – |
| Сельдерей корневой | 1 | 12000 | 16000 |
| Сельдерей (листовой) | 1 | 27000 | 31600 |
| Фенхель испанский | 1 | 70000 | – |
| Спаржа | 1 | 80000 | – |
| Капуста пекинская | 1 | 11000 | 13500 |
| Капуста цветная | 1 | 30000 | 35000 |
| Салат латук | 1 | 18000 | – |
| Салат-ромэн | 1 | 65000 | – |

Рентабельность производства у частника по отдельным культурам, при выращивании их во внесезонный период, доходит до 300 %. Это при том, что используются самые примитивные теплицы с частичным досвечиванием и печным отоплением.

Зеленные заслуживают внимания и должны занять достойное место среди продуктов питания отечественного производства. На пути к успеху следует в первую очередь изменить отношение к этим представителям овощных культур, исключив их из отчетно-статистического списка «прочие», пополнив ими список стратегических объектов, по крайней мере на ближайшие 5 лет.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ОВОЩЕЙ

З. И. Дубинина, А. В. Клебча

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

Научный руководитель А. П. Шклярков

Среди разнообразных овощных культур большое значение имеют овощи, выращиваемые в том числе и во внесезонный период, поскольку им отводится большая роль в удовлетворении человеческих потребностей в витаминах и минеральных веществах, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма.

Не так давно единственными внесезонными культурами были томаты и огурцы, полученные из зимних теплиц, но сегодня ситуация изменилась в лучшую сторону, и список пополнили зеленные (растения, выращиваемые для получения зелени).

К сожалению, ассортимент не очень велик и большинство свежей овощной продукции во внесезонный период производится либо в частном секторе, либо ввозится из-за пределов республики.

Мониторинг представляет собой методику и систему наблюдений за состоянием определенного объекта или процесса, дающую возможность проследить их в развитии, оценить, оперативно выявить результаты воздействия комплекса факторов на состояние изучаемого объекта.

В целях анализа ассортимента и состояния цен на овощи во внесезонный период, согласно методике НИР, были посещены крупнейшие рынки и магазины города Минска. В ходе исследований была собрана, систематизирована и проанализирована оперативная информация о ценах и разнообразии овощных культур, реализуемых в период с 15 по 29 февраля 2012 г. Данные обработаны статистически и представлены наглядно в виде диаграмм.

Обследование рынков показало, что наиболее широко группа овощных культур представлена на УП «Комаровский рынок» и Продовольственном рынке ТЦ «Ждановичи». Достаточно скромно выглядит в этом отношении КУП «Минская овощная фабрика». В своем фирменном магазине этот крупнейший в республике производитель овощной продукции реализует лишь 5 видов овощей, что составляет не многим более 40 % от представленного списка (рис. 1).

Что касается цен, то они более привлекательны в фирменном магазине КУП «Минская овощная фабрика». Так, за 100 г салата в этом магазине просили 2500 р., против 4000 р. на Продовольственном рынке ТЦ «Ждановичи» и 5000 р. на УП «Комаровский рынок». За такое же количество петрушки листовой на Продовольственном рынке ТЦ «Ждановичи» просили 12000, на УП «Комаровский рынок» – 8000 р., а в магазине УП «Минская овощная фабрика» – только 3000 р. В 2,0 и 1,7 раза

в фирменном магазине овощной фабрики была дешевле капуста белокочанная, в 1,6 и 1,2 – огурцы, в 3,3 раза – свекла столовая.

В целом самым дорогим оказался рынок ТЦ «Ждановичи» (рис. 1).

Более благоприятной ситуация оказалась на УП «Комаровский рынок» как по набору реализуемых овощных культур, так и по ценам на большинство из них (рис. 1). Это связано с рядом факторов:

- УП «Комаровский рынок» находится в центре города;
- большое по протяженности торговое предприятие (Продовольственный центр ТЦ «Ждановичи») не всегда удобно для клиента. Слишком большие площади утомляют покупателя в поисках товара. Желаящие купить овощную продукцию специально за ней на этот рынок не поедут.

- Комаровский рынок имеет свои традиции, сервис представлен на более высоком уровне, обслуживающий персонал лучше чувствует клиента. Только за свежими овощами и зеленью покупатель поедет сюда специально.



Рис. 1. Уровень цен на овощи на рынках г. Минска в период с 15 по 29 февраля 2012 г.

Для получения более объективной информации и в целях сравнения были посещены крупнейшие супермаркеты города. В их числе: Вестер, ТЦ «Globo»; ТЦ «Корона», гипермаркет Гиппо и гипермаркет Prostore. Самым скромным из приведенного выше списка оказался ТЦ «Корона». В списке реализуемых овощных культур только укроп, салат, лук, томат, огурец (рис. 2).

В отношении цен трудно выбрать наиболее привлекательную торговую точку из этого списка. Хотя по большинству представленных видов более высокие цены в ТЦ «Корона». Так, за 100 г укропа в ТЦ «Корона» просили 25000 р., в гипермаркете Prostore – 18320 р., в супермаркете Вестер, ТЦ «GLOBO» – 17870 р. Самые дорогие в ТЦ «Корона» томаты и огурцы, 1 кг этих овощей стоил 43430 и 31110 р., соответственно.

В гипермаркете Prostore самый дорогой был редис. Цена за 1 кг доходила почти до 43000 р., в то время как во всех обследованных нами предприятиях торговли цена

за 1 кг была на уровне 22000–25000 р. Цены же на перец сладкий были более чем привлекательными и доходили до 24000 р., что в 1,7 раза ниже, чем по всем торговым точкам, где были проведены исследования.

■ Супермаркет Вестер ■ ТЦ "Корона" ■ Гипермаркет Гиппо ■ Гипермаркет Prostore

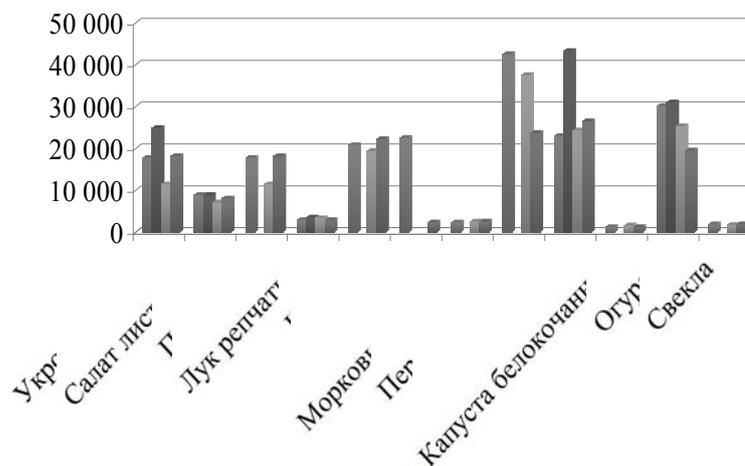


Рис. 2. Уровень цен на овощи в супермаркетах г. Минска в период с 15 по 29 февраля 2012 г.

Привлекательными цены в гипермаркете Prostore оказались и на лук репчатый (3010 р.), капусту белокочанную (1360 р.), свеклу и морковь столовую.

Результаты мониторинга, а также анкетный опрос показали, что из посещенных крупнейших торговых предприятий республики наиболее привлекательными по таким критериям, как разнообразие, цены и сервис, оказались 3 торговых объекта: УП «Комаровский», КУП «Минская овощная фабрика» и гипермаркет Prostore (рис. 3).

■ УП "Комаровский" ■ Гипермаркет Prostore ■ КУП "Минская овощная фабрика"

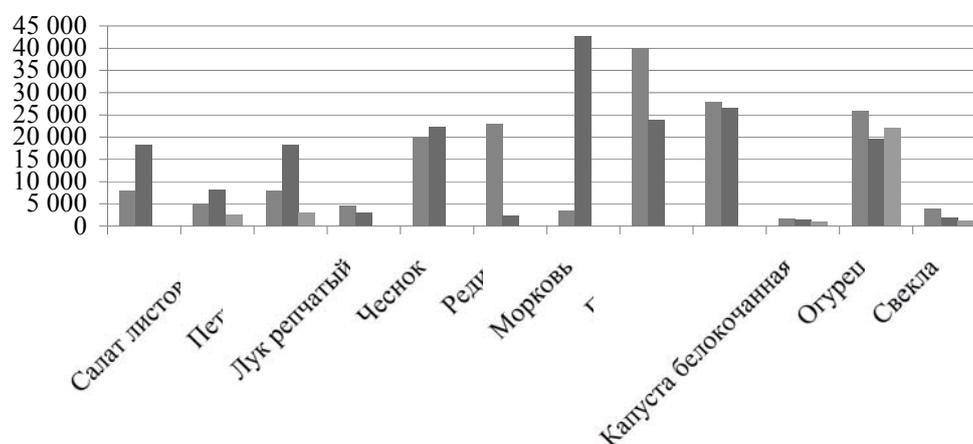


Рис. 3. Разнообразие и уровень цен на овощи в престижных торговых предприятиях г. Минска в период с 15 по 29 февраля 2012 г. (бел. р.)

Следует отметить, что самые низкие цены в фирменном магазине КУП «Минская овощная фабрика», однако выбор продукции остается небогатым. У данного производственного предприятия имеются все возможности наладить производство и реализацию не менее 20 видов овощных культур. В их числе группа зеленных, не требующих больших энергетических затрат на производство. Для этих целей предприятию следует пересмотреть стратегию своего развития, внедряя в производство новые культуры и современные энергоэффективные технологии.

Самый богатый выбор овощных культур на УП «Комаровский рынок». Кроме традиционных видов список представлен достаточно редкими видами: майоран, фенхель французский, спаржа лекарственная, кинза, рукола, шпинат, мангольд и т. д. До самых заморозков осенью и сразу после схода снега поставщиками редких овощей на этот рынок являются отечественные производители. Как только на рынке появляется отечественная продукция, цены на нее резко падают. Это подтверждают продавцы.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ЦЕНЫ НА РЫНКЕ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И. А. Будник

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

Научный руководитель И. В. Торская

Одним из основных условий для удовлетворения требований современных рынков продукции является обеспечение оптимального соотношения цены и качества продукции. Цена, которую предприятие устанавливает на свою продукцию, главным образом зависит от его ценовой политики. Ценовая политика охватывает все вытекающие из целей предприятия и управляемые меры по поиску, выбору и реализации соотношений между ценой и качеством товара и решению связанных с этим проблем потребителей.

Перед формированием ценовой политики предприятие должно четко сформулировать цели, которые необходимо решить. После установления цели следует сформировать ценовую политику. Формирование ценовой политики состоит из нескольких этапов.

1. Анализ ценообразующих факторов, к которым относится оценка и анализ эластичности спроса, оценка и анализ эластичности предложения, оценка издержек производства, анализ цен и продукции конкурентов.

2. Выбор метода ценообразования.

3. Выбор ценовой стратегии, установление окончательной цены.

Устанавливаемый уровень цены должен отражать предпочтения потребителей, их предполагаемую выгоду, получаемую от покупки продукта.

Для анализа ценообразующих факторов при формировании ценовой политики ОАО «Минский моторный завод» используется метод структурирования функции качества. Движущим элементом в применении этого метода является понимание существующей разницы между потребительскими свойствами (фактические показатели качества) и установленными в стандартах параметрами продукта (вспомогательные показатели качества). Предприятие стремится приблизить вспомогательные показатели качества к фактическим путем применения метода СФК. Этот метод использует

табличную форму представления данных – «домик качества», в котором отражается связь между фактическими и вспомогательными показателями качества. Применение этого метода способствует наиболее рациональному использованию ресурсов предприятия-изготовителя [1]. Кроме анализа спроса и издержек производства, в методе СФК учитывается положение предприятия на рынке двигателей за счет того, что анализируется аналогичная продукция конкурентов.

Одинаковое соотношение цены и качества аналогичных изделий у предприятий-конкурентов отражено в цене безразличия. Однако для того чтобы выиграть у конкурента борьбу за рынок, предприятию следует установить желательную цену, при расчете которой необходимо обеспечить относительное занижение цены выпускаемых двигателей по сравнению с ценой безразличия. Относительное занижение цены обеспечивается с помощью использования коэффициента торможения, который позволяет установить более низкую цену при одинаковом качестве продукции конкурентов. Также при расчете желательной цены должен учитываться коэффициент относительной конкурентоспособности двигателей ОАО «ММЗ» по отношению к аналогичному двигателю компании Cummins (США).

При расчете коэффициента относительной конкурентоспособности, приведенного в табл. 1, используем инженерные характеристики, рассматриваемые при построении «домика качества», а именно: номинальная мощность, ресурс работы двигателя, номинальная частота вращения, удельный расход топлива, рабочий объем двигателя, литровая мощность, уровень экологических норм [2].

Таблица 1

**Расчет показателя конкурентоспособности двигателя Д-245
производства ОАО «ММЗ» относительно аналогичного
двигателя ISBe-150 производства фирмы Cummins**

| Характеристики | Ед. изм. | Д-245 | ISBe-150 | Коэффициент значимости | Показатель конкурентоспособности |
|------------------------------|-----------------|-------|----------|------------------------|----------------------------------|
| Номинальная мощность | кВт | 130 | 110 | 0,2 | 0,236 |
| Ресурс работы двигателя | тыс. км | 500 | 800 | 0,12 | 0,075 |
| Номинальная частота вращения | мин | 2300 | 2200 | 0,1 | 0,105 |
| Удельный расход топлива | г/кВт·ч | 220 | 210 | 0,18 | 0,172 |
| Рабочий объем двигателя | мм ³ | 4,75 | 3,9 | 0,05 | 0,061 |
| Литровая мощность | кВт/л | 24,1 | 28,2 | 0,2 | 0,171 |
| Уровень экологических норм | – | EURO3 | EURO3 | 0,15 | 0,150 |
| | | | | | 0,970 |

Таким образом, показатель относительной конкурентоспособности составляет 0,97. Принимаем коэффициент торможения равным 0,9. Цена двигателя ISBe-150 составляет 4320 дол. США. Рассчитываем желательную цену двигателя Д-245.

$$Ц_{ж} = 4320 \cdot 0,97 \cdot 0,9 = 3771 \text{ у. е.}$$

Далее используем метод «обратной калькуляции цены». Базируясь на затратном методе формирования цены, в качестве отправной точки берем желательную цену

реализации в белорусских рублях – 30,243 млн р. Расчет себестоимости двигателя представлен в табл. 2.

Таблица 2

Обратная калькуляция цены двигателя Д-245

| Элементы затрат | Величина затрат, млн р. |
|---|-------------------------|
| Себестоимость единицы продукции | 21,919 |
| Плановая прибыль на 1 изделие | 3,288 |
| Итого затратная цена предприятия-изготовителя | 25,205 |
| Итого отпускная цена без НДС | 25,205 |
| Налог на добавленную стоимость | 5,041 |
| Итого отпускная цена товара | 30,243 |

Из таблицы следует, что себестоимость единицы продукции должна составлять 21,919 млн р. Фактическая себестоимость – 23,370 млн р. То есть необходимая корректировка фактической себестоимости должна составить:

$$\Delta C \% = \frac{C_f - C_n}{C_f} 100 \% = \frac{23,370 - 21,919}{23,370} 100 \% = 6,21 \%$$

Таким образом, для обеспечения заданной минимальной рентабельности, равной 10 %, корректировка себестоимости в сторону снижения должна составить 6,21 % от фактической величины себестоимости.

Путем комбинирования методов ценообразования (затратного, параметрического, с ориентацией на спрос и уровень конкуренции) устанавливается желательная цена продажи двигателя Д-245. Однако для формирования лояльности потребителя на рынках продукции производственно-технического назначения необходимо также учитывать дисконтированную стоимость использования двигателя за период его эксплуатации, которая в сумме с ценой продажи формирует цену потребления.

Реализация максимального полезного эффекта от работы двигателя может быть достигнута только в ходе его эксплуатации, что в свою очередь требует дополнительных расходов потребителя. Размер этих затрат также чрезвычайно важен для потребителя. Ведь все потребители стремятся получить изделие наиболее высокого качества за приемлемую цену.

При установлении размера затрат на эксплуатацию двигателя также можно использовать «домик качества», в результате построения которого удалось выяснить, что для того чтобы повысить конкурентоспособность продукции ОАО «ММЗ», следует улучшать такие инженерные характеристики, как номинальная мощность, ресурс работы двигателя, параметры системы охлаждения, уменьшать удельный расход топлива и масла.

Очевидно, что улучшение вышеперечисленных параметров может потребовать увеличения себестоимости продукции и, возможно, привести к росту цены продажи. Однако при этом снижаются затраты на эксплуатацию. Эти затраты на ремонт и обслуживание двигателя включают в себя расходы на топливо, стоимость запасных частей за срок службы, стоимость технического обслуживания и т. д.

Следует отметить, что в случае, если затраты на эксплуатацию двигателя снизятся в большей степени, чем вырастут издержки на его производство, цена потреб-

ления снизится. И, следовательно, в глазах потребителя полезность продукции ОАО «Минский моторный завод» повысится, что в свою очередь приведет к увеличению спроса и, соответственно, к росту выручки предприятия.

Таким образом, пройдя все этапы формирования ценовой политики, предприятие может принять окончательное решение об установлении цен на выпускаемую продукцию с учетом таких факторов, как тип рынка, на котором реализуется продукция, цели и задачи функционирования предприятия, возможности проведения маркетинговых мероприятий, уровень конкурентной борьбы и т. д. Правильно сформулированная ценовая политика является динамичным процессом, направленным на повышение уровня конкурентоспособности продукции и самого предприятия на рынке, а также на достижение следующих целей: максимизация оборота, максимизация прибыли и достижение более высокого качества продукции, т. е. приближение к лидерам на мировом рынке.

Литература

1. Домик качества или метод СФК. ISCO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.9001-2001.ru/publicazii/92-l-r-.html>. – Загл. с экрана.
2. Минский моторный завод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pomz.minsk.by/>. – Загл. с экрана.

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ХОЗЯЙСТВАХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Игнатенко

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель С. П. Старовыборная

Скотоводство – важнейшая отрасль животноводства республики, которая дает ценные продукты питания – мясо и молоко, а также кожевенное сырье. Незаменима роль отрасли как источника органических удобрений. Эффективность производства мяса крупного рогатого скота определяется по ряду показателей, основным из которых является себестоимость [2].

На современном этапе в развитии отрасли животноводства проявляется несбалансированность и непропорциональность. Одной из основных проблем отрасли, требующей скорейшего решения в условиях рыночной экономики, является приведение в действие механизма ресурсосбережения на основе повышения мотивации к высокопроизводительному труду с целью существенного повышения эффективности окупаемости и издержек производства [1].

Увеличение производства высококачественных продуктов скотоводства – проблема, не теряющая с годами своей актуальности, а все больше приобретающая значение как с ростом населения нашей страны, так и для удовлетворения потребности человечества в продуктах питания. Низкая продуктивность скота является одной из главных причин не только плохого качества животноводческого сырья, но и высокой трудоемкости и убыточности производства продукции отрасли. В связи с этим развитию этой отрасли придается большое народнохозяйственное значение [3].

Темпы развития животноводства и роста его экономической эффективности в первую очередь определяются успехами в создании прочной кормовой базы, которая обеспечивает животных достаточным энергетическим уровнем питания, минеральными

ми веществами и витаминами. Эффективность работы данной отрасли в значительной мере определяет продовольственную независимость Республики Беларусь.

Эффективное развитие животноводства возможно при условии создания научно-обоснованной кормовой базы. Основой формирования оптимальных рационов кормления является соблюдение двух главных принципов: минимальности затрат в расчете на кормовую единицу и оптимальной интенсивности кормления, которая определяется не только и не столько количественно, сколько качественно [1].

В ходе исследований были изучены особенности формирования себестоимости прироста живой массы КРС по 152 хозяйствам Могилевской области за 2010 г.

Влияние основных показателей на себестоимость продукции по группам исследуемых предприятий рассмотрим в табл. 1.

По данным табл. 1 видно, что в хозяйствах 3-й группы себестоимость продукции ниже на 49,0 %. Это стало возможным за счет более высокой продуктивности молодняка КРС (на 13,5 %), при меньшем расходе кормов на 1 продукции (на 15,6 %), меньшей себестоимости 1 ц к. ед. (на 35,5 %). При этом наблюдается тенденция увеличения удельного веса концентрированных и покупных кормов на +0,9 и +0,2 п. п., соответственно. В данной группе хозяйств поголовье животных больше на 4,7 %, при этом наблюдается более низкий расход затрат труда и его оплаты, а также меньше доля затрат на ОПФ.

Таблица 1

Группировка себестоимости 1 ц прироста живой массы крупного рогатого скота и факторы, ее формирующие

| Показатели | Группы хозяйств по себестоимости, тыс. р./ц | | | Итого в среднем | 3-я группа к 1-й, % ±п. п. |
|--|---|----------|----------|-----------------|----------------------------|
| | 1 группа | 2 группа | 3 группа | | |
| | свыше 782 | 622–782 | до 622 | | |
| Число хозяйств в группе | 52 | 51 | 49 | – | – |
| Себестоимость 1 ц живой массы КРС, тыс. р./ц | 1046,67 | 688,94 | 533,82 | 756,48 | 51,0 |
| Продуктивность, ц/гол. | 2,00 | 2,16 | 2,27 | 2,14 | 113,5 |
| Удельный вес расходов на корма, % | 61,69 | 65,16 | 64,24 | 63,70 | +2,6 |
| Удельный вес затрат на ОПФ, % | 7,45 | 5,01 | 6,45 | 6,30 | –1,0 |
| Удельный вес концентратов, % | 23,43 | 25,64 | 24,36 | 24,48 | +0,9 |
| Удельный вес покупных кормов, % | 7,41 | 6,86 | 7,59 | 7,29 | +0,2 |
| Расход ц к. ед. на 1 ц | 16,27 | 14,29 | 13,74 | 14,77 | 84,4 |
| Стоимость 1 ц к. ед. | 443,08 | 351,76 | 285,65 | 360,16 | 64,5 |
| Оплата 1 чел-ч, тыс. р. | 6,11 | 5,28 | 5,32 | 5,57 | 87,1 |
| Затраты труда, чел.-ч/гол. | 49,28 | 49,6 | 44,65 | 47,84 | 90,6 |
| Поголовье, гол. | 1595,17 | 1836,6 | 1669,96 | 1700,59 | 104,7 |

Проведенные исследования с помощью группировок подтверждаются результатами корреляционно-регрессионного анализа. В результате расчетов, после отсева несущественных факторов, корреляционная модель имеет вид:

$$y_x = 219,0 - 89,4x_1 - 9,3x_2 + 5,1x_3 + 44,0x_4 - 2,3x_5 + 1,9x_6,$$

$$R = 0,94, D = 88 \%, F = 178,69,$$

где y_x – себестоимость 1 ц живой массы КРС, тыс. р./ц; x_1 – продуктивность, ц/гол.; x_2 – удельный вес расходов на корма, %; x_3 – удельный вес затрат на ОПФ, %; x_4 – расход корма на 1 ц живой массы КРС, ц к. ед.; x_5 – удельный вес концентратов, %; x_6 – себестоимость 1 ц к. ед., тыс. р.

Корреляционная модель имеет устойчивые характеристики. Анализируя коэффициенты регрессии, можно отметить, что рост продуктивности молодняка КРС (x_1) на 1 ц/гол., удельного веса затрат на корма (x_2) и концентратов (x_5) на 1 % ведет к снижению себестоимости 1 ц живой массы КРС на 89,4, 9,3 и 2,3 тыс. р., соответственно. Значит, основными путями снижения себестоимости продукции является рост продуктивности мясного скотоводства за счет улучшения структуры рационов кормления животных, оптимального уровня удельного веса концентрированных кормов. Следует отметить, что увеличение удельного веса затрат на ОПФ (x_3) на 1 %, расхода корма на 1 ц живой массы КРС (x_4) на 1 ц к. ед. и себестоимости 1 ц к. ед. (x_6) на 1 тыс. р. вызывает повышение себестоимости 1 ц продукции мясного скотоводства на 5,1, 44,0, и 1,9 тыс. р., соответственно. Проведенный анализ подтверждает, что предприятия имеют резервы по снижению себестоимости животноводческой продукции, а для этого необходимо повысить окупаемость расхода кормов за счет их рационального использования и исключения перерасхода питательных веществ, а также увеличения в рационе питательных, сбалансированных по микро- и макроэлементам ингредиентов.

Для сравнения факторных показателей между собой были рассчитаны β -коэффициенты. Они равны: $\beta_1 = -0,12$, $\beta_2 = -0,36$, $\beta_3 = 0,10$, $\beta_4 = 0,70$, $\beta_5 = -0,08$, $\beta_6 = 0,95$. Можем сделать вывод, что в наибольшей степени на рост себестоимости 1 ц живой массы КРС оказывает увеличение себестоимости 1 ц к. ед. ($\beta_6 = 0,95$) и расхода кормов на 1 ц продукции ($\beta_4 = 0,70$), а к снижению – увеличение доли расходов на корма ($\beta_2 = -0,36$). Сумма β -коэффициентов равна 2,31, следовательно, значение результивного показателя увеличивается более быстрыми темпами, чем происходит прирост факторов.

В полученное уравнение регрессии были подставлены фактические данные по сельскохозяйственным предприятиям и приведены расчеты построенной группировки хозяйств с разным уровнем использования ресурсов в мясном скотоводстве (табл. 2).

Таблица 2

**Экономические показатели мясного скотоводства
с различным уровнем использования ресурсов**

| Показатели | Коэффициент эффективности использования ресурсов | | Высокий уровень к низкому в %, ± п. п. |
|--|--|--------------|--|
| | низкий свыше 1 | высокий до 1 | |
| Число предприятий | 88 | 64 | – |
| Коэффициент эффективности использования ресурсов | 1,07 | 0,91 | 85,0 |
| Фактическая себестоимость 1 ц живой массы КРС, тыс. р./ц | 823,74 | 675,47 | 82,0 |

Окончание табл. 2

| Показатели | Коэффициент эффективности использования ресурсов | Высокий уровень к низкому в %, ± п. п. |
|------------|--|--|
| | | |

| | | | ± п. п. |
|--|----------------|--------------|---------|
| | низкий свыше 1 | высокий до 1 | |
| Расчетная себестоимость 1 ц живой массы КРС, тыс. р./ц | 770,76 | 748,32 | 97,1 |
| Продуктивность, ц/гол. | 2,09 | 2,17 | 103,8 |
| Удельный вес расходов на корма, % | 63,12 | 64,08 | +1,0 |
| Удельный вес затрат на ОПФ, % | 6,84 | 5,92 | -0,9 |
| Расход ц к. ед. на 1 ц | 15,07 | 14,41 | 95,6 |
| Удельный вес концентратов, % | 23,11 | 25,50 | +2,4 |
| Стоимость 1 ц к. ед., тыс. р. | 365,83 | 355,99 | 97,3 |

По данным табл. 2 видно, что для сельскохозяйственных предприятий, эффективно использующих имеющиеся ресурсы ($k = 0,91$), характерна более высокая продуктивность молодняка КРС (на 3,8 %), а также рост удельного веса расходов на корма (на 1,0 п. п.) и концентратов (на 2,4 п. п.), при меньшем расходе ц к. ед. на 1 ц живой массы КРС и себестоимости 1 ц к. ед. – на 4,4 и 2,7 %, соответственно, более низкой доли затрат на ОПФ (на 0,9 п. п.).

Таким образом, себестоимость продукции находится во взаимосвязи с показателями эффективности производства. Она отражает большую часть стоимости продукции и зависит от изменения условий производства и реализации продукции. Ее снижение – важнейший резерв роста прибыли и повышения рентабельности производства.

Применение методов системного анализа работы отрасли животноводства позволяет обосновать возможные направления использования средств с целью наибольшей их окупаемости. Это поможет сельскохозяйственным производителям в их адаптации к рыночной системе хозяйствования.

Литература

1. Животноводство // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by/structure/branches/livestock/>. – Дата доступа: 02.04.2012.
2. Мясное скотоводство // Big-Farmer.ru [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.big-farmer.ru/myasnoe_skotovodstvo/. – Дата доступа: 02.04.2012.
3. Лапотко, А. М. Формирование мясного скотоводства в хозяйствах / А. М. Лапотко // Белорус. сел. хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 6.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЗЕРНОВЫХ В МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. И. Семенченко

Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки

Научный руководитель С. П. Старовыборная

Решающее значение для подъема всех отраслей сельского хозяйства имеет наращивание производства зерна. Зерновое хозяйство составляет основу растениеводства и всего сельскохозяйственного производства. Это определяется многосторонними связями зернового производства с сопредельными отраслями сельского хозяйства и промышленности.

Практика показывает, что без развитого зернового производства невозможно специализировать экономические районы на производство продукции животноводства, развивать производство технических культур и других отраслей сельского хозяйства. Зерно – это не только продукт питания для населения, но и незаменимый корм для скота и птицы. Зерно служит важным источником сырья для пивоваренной, спиртовой, комбикормовой промышленности.

Зернопродуктовый подкомплекс АПК – сфера приложения труда значительной части работников сельского хозяйства, перерабатывающей его продукцию промышленности и отраслей производственной инфраструктуры АПК. В этой связи конкурентоспособности зерна принадлежит первостепенное политическое, экономическое и социальное значение. Оно обуславливает актуальность теоретических и прикладных исследований факторов, определяющих конкурентоспособность зерна и средств ее повышения [2].

Развитие рыночных отношений в Беларуси привело к усилению конкуренции в большинстве отраслей экономики, вследствие чего руководство многих предприятий стало искать новые, адекватные сложившимся условиям инструменты управления предприятиями для повышения конкурентоспособности их продукции.

Обеспечение населения продовольствием по приемлемым для потребителя ценам является основой политики любого государства мира. Известно, что конкуренция – самый дешевый и эффективный метод экономического контроля, стоящий обществу минимальных затрат, важная динамичная сила, толкающая производителя на сокращение издержек производства и снижение цен, увеличение производства и сбыта, борьбу за покупателя, улучшение качества продукции.

Сельскохозяйственная продукция имеет ряд специфических особенностей, в связи с чем можно выделить группы факторов, влияющих на ее конкурентоспособность. Наиболее всего сущность конкурентоспособности отражают такие показатели, в основу которых положены затраты производства (цена, уровень рентабельности), степень насыщения данным видом продукции (объем производства и реализации продукции, уровень товарности), уровень покупательной способности потребителей (уровень жизни человека, доходы граждан). При этом важным конкурентным преимуществом товаров АПК является их минимальная себестоимость, которая дает возможность назначить более низкие цены [1].

Себестоимость продукции является важнейшим показателем экономической эффективности ее производства. В ней отражаются все стороны хозяйственной деятельности, аккумулируются результаты использования всех производственных ресурсов. Ее снижение – важнейший резерв прибыли и повышения конкурентоспособности производства [2].

В табл. 1 рассмотрим изменение себестоимости зерна по группам на примере 153 сельскохозяйственных предприятий Могилевской области, по данным за 2010 г.

Из данных табл. 1 видно, что в хозяйствах 3-й группы по сравнению с 1-й группой себестоимость зерновых культур ниже на 39,7 %. Этому способствовало увеличение урожайности (на 7,3 %), при меньшей стоимости внесенных минеральных удобрений (на 40 %), основных производственных фондов хозяйств (на 56,9 %) и семян (на 14,0 %). Необходимо заметить, что рост затрат труда на 10 % сопровождается сокращением его оплаты на 21,8 %, что свидетельствует об отсутствии материального стимулирования работников.

Таблица 1

Влияние основных факторов на себестоимость производства зерна

| Показатели | Группы хозяйств по себестоимости 1 ц зерна, тыс. р. | | | Итого в среднем | 3-я группа в % к 1-й |
|--|---|-----------|---------|-----------------|----------------------|
| | свыше 33,1 | 28,1–33,0 | до 28,0 | | |
| Число хозяйств | 54 | 46 | 53 | 51,0 | – |
| Себестоимость 1 ц зерна, тыс. р. | 41,8 | 30,3 | 25,2 | 32,4 | 60,3 |
| Урожайность, ц/га | 27,3 | 29,6 | 29,3 | 28,7 | 107,3 |
| Оплата 1 чел.-ч, тыс. р. | 7,8 | 6,6 | 6,1 | 6,8 | 78,2 |
| Затраты труда, чел.-ч/ц | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 110,0 |
| Балл пашни | 33,5 | 32,4 | 30,8 | 32,2 | 92,0 |
| Площадь, га | 1354,0 | 1748,0 | 1594,3 | 1565,4 | 117,8 |
| Стоимость семян на 1 ц, тыс. р. | 5,0 | 3,9 | 4,3 | 4,4 | 86,0 |
| Стоимость ОПФ на 1 ц, тыс. р. | 6,5 | 3,2 | 2,8 | 4,2 | 43,1 |
| Стоимость вносимых удобрений на 1 ц, тыс. р. | 18,0 | 14,0 | 10,8 | 14,3 | 60,0 |

Одним из важнейших факторов, по проведенным исследованиям, влияющих на величину урожая сельскохозяйственных культур и способствующих поддержанию естественного плодородия почв, является количество вносимых удобрений.

Влияние стоимости вносимых удобрений на эффективность производства зерна изучено с помощью аналитической группировки (табл. 2).

Таблица 2

Влияние стоимости вносимых удобрений на эффективность производства зерна

| Показатели | Группы хозяйств по себестоимости 1 ц зерна, тыс. р. | | | Итого в среднем | 3-я группа в % к 1-й |
|--|---|-----------|------------|-----------------|----------------------|
| | до 12,0 | 12,1–16,0 | свыше 16,1 | | |
| Число хозяйств | 53 | 47 | 53 | 51,0 | – |
| Стоимость вносимых удобрений на 1 ц, тыс. р. | 9,0 | 13,9 | 19,9 | 14,3 | 221,1 |
| Себестоимость 1 ц зерна, тыс. р. | 27,5 | 31,4 | 38,8 | 32,4 | 141,1 |
| Урожайность, ц/га | 28,9 | 29,6 | 27,7 | 28,7 | 95,8 |
| Оплата 1 чел.-ч, тыс. р. | 7,8 | 5,8 | 6,8 | 6,8 | 87,2 |
| Затраты труда, чел.-ч/ц | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 110,0 |
| Балл пашни | 31,5 | 32,2 | 33,0 | 32,2 | 104,8 |
| Площадь, га | 1738,9 | 1520,9 | 1403,4 | 1565,4 | 80,7 |
| Стоимость семян на 1 ц, тыс. р. | 4,4 | 3,9 | 4,9 | 4,4 | 111,4 |
| Стоимость ОПФ на 1 ц, тыс. р. | 3,7 | 4,2 | 4,7 | 4,2 | 127,0 |

По данным табл. 2 видно, что в хозяйствах 3-й группы по сравнению с 1-й группой стоимость вносимых удобрений выше в 2,21 раза при более высоком балле пашни (на 4,8 %), а урожайность зерновых ниже на 4,2 %, что повлекло рост себестоимости зерновых культур на 41,1 %. В хозяйствах 3-й группы наблюдается также тенденция роста стоимости семян и ОПФ на 11,4 и 27,0 %, соответственно. Значит, необходимо повышать окупаемость удобрений за счет их рационального использования.

Влияние основных факторов на себестоимость производства зерна, как одного из важнейших показателей эффективности производства, производилось с помощью корреляционно-регрессионного анализа. После отсева несущественных факторных показателей корреляционная модель получила следующий вид:

$$y_x = 4,59 - 0,03x_1 + 0,2x_2 + 0,91x_3 + 1,07x_4 + 0,18x_5 + 0,97x_6,$$

$$R = 0,88, D = 77 \%, F = 81,0,$$

где y_x – себестоимость 1 ц зерна, тыс. р.; x_1 – урожайность, ц/га; x_2 – оплата 1 чел.-ч., тыс. р.; x_3 – стоимость вносимых удобрений на 1 ц, тыс. р.; x_4 – стоимость ОПФ на 1 ц, тыс. р.; x_5 – балл пашни; x_6 – стоимость семян на 1 ц, тыс. р.

Корреляционная модель имеет устойчивые характеристики. Свободный член, равный 4,59, показывает степень влияния на результативный показатель неучтенных в корреляционной модели факторов. Анализируя коэффициенты регрессии, можно отметить, что при увеличении оплаты 1 чел.-ч (x_2), стоимости вносимых удобрений (x_3), ОПФ (x_4) и семян на 1 ц на 1 тыс. р. – себестоимость зерновых увеличиться на 0,2, 0,91, 1,07 и 0,97 тыс. р., соответственно. Тревожным является тот факт, что увеличение балла пашни (x_5) на 1 балл также способствует росту себестоимости зерна на 0,18 тыс. р., что требует предпринять меры по эффективному использованию используемых ресурсов.

Для сравнения факторных показателей между собой были рассчитаны β -коэффициенты: $\beta_1 = -0,03$, $\beta_2 = 0,13$, $\beta_3 = 0,54$, $\beta_4 = 0,47$, $\beta_5 = 0,18$, $\beta_6 = 0,21$.

Отсюда следует, что в наибольшей степени на себестоимость 1 ц зерна и ведет к ее росту – стоимость вносимых удобрений на 1 ц ($\beta_3 = 0,54$). Только увеличение урожайности зерновых культур ($\beta_1 = -0,03$), причем в меньшей мере, снижает исследуемый показатель.

Значит, в сельскохозяйственных предприятиях Могилевской области нужно стремиться к сдерживанию себестоимости за счет повышения урожайности зерновых культур, окупаемости удобрений, ОПФ, семян, а также необходимо уделять внимание материальному стимулированию труда работников. Требуется в максимальной степени использовать всю совокупность мероприятий, создавать материальные предпосылки для повышения эффективности каждого фактора, находящегося нередко в минимуме.

Анализ проведенных исследований позволил обобщить и систематизировать факторы, определяющие конкурентоспособность зерновой продукции, определить меры по ее повышению, рационально управлять издержками производства, изыскивать возможности повышения урожайности и снижения себестоимости, наличия необходимой совокупности финансовых ресурсов, сохранение почвенного плодородия, рационального использования зональных условий для производства зерновых культур.

Литература

1. Обоснование выбора критериев оценки конкурентоспособности продукции перерабатывающих предприятий / А. Сайганов [и др.] // Аграр. экономика. – 2011. – № 10. – С. 8–17.
2. Ленская, Т. Факторы повышения конкурентоспособности сельского хозяйства / Т. Ленская // Аграр. экономика. – 2011. – № 10. – С. 35–39.

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА
ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ
СТРУКТУР В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Н. В. Ермалинская

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

Научный руководитель В. И. Бельский

Введение. Уровень эффективности взаимодействия субъектов интеграции в АПК определяется степенью теоретической обоснованности и методической обеспеченности процессов построения организационно-экономического механизма деятельности интегрированных структур в АПК. На сегодняшний день разработаны организационно-экономические основы создания формирований; модели развития интеграционных отношений в условиях реформирования сельхозорганизаций; механизмы внутреннего ценообразования, налогообложения, повышения конкурентоспособности и пр.

Цель проводимых нами исследований – разработка организационно-экономического механизма эффективного функционирования интегрированных структур в АПК и его методической базы.

Основная часть. Нами установлено, что обоснование состава и структуры организационно-экономического механизма, разработка методического обеспечения его функционирования представляет собой многомерный исследовательский процесс (см. рис. 1) и обуславливает необходимость обобщения его концептуальных положений.

Во-первых, следует сформировать концептуальную базу (ресурсную подсистему), в том числе формулировать цель и задачи исследования. Достижение целей осуществляется путем реализации идеи. Идея проводимых нами исследований – рассмотрение механизма взаимодействия субъектов интеграции в АПК с точки зрения системного подхода.

Во-вторых, моделирование требует формирования теоретико-методологической подсистемы, т. е. систематизации теоретических основ. В этой связи нами изучены и систематизированы теоретико-методологические основы агропромышленной интеграции, оценки ее эффективности, построения организационно-экономического механизма функционирования интегрированных структур в АПК [3], [5], [6].

В-третьих, при разработке организационно-экономического механизма должны быть учтены особенности развития интеграционных отношений в АПК, т. е. сформирована обеспечивающая надсистема. В этой связи нами изучены особенности процессов построения национальной модели агропромышленной интеграции [3]–[5].

В-четвертых, степень научной обоснованности вырабатываемых решений в области повышения эффективности интеграционных отношений в АПК обусловлена наличием соответствующего интеграционного механизма. В связи с этим на основе использования принципов внутреннего устройства, функционирования и взаимодействия с внешней средой производственных систем нами разработан организационно-

экономический механизм эффективного функционирования интегрированных структур в АПК.

Структура механизма представлена системой *частных механизмов* (создания, функционирования, развития) и соответствующих им средств воздействия (системообразующих и внутрисистемных) управляющей подсистемы (модуля управления) на управляемую подсистему (модуль производства) по средствам прямой и обратной связи.

Механизм *создания* призван обеспечить целостность формирования; механизм *функционирования* – управление «внутренней эффективностью» путем установления порядка взаимодействия элементов подсистем; механизм *развития* – достижение «внешней эффективности», адаптацию и инновационное развитие во внешней среде.



Рис. 1. Концептуальная модель построения организационно-экономического механизма функционирования интегрированных структур в АПК

Примечание. Разработано автором по материалам собственных исследований.

Аналитический инструментарий механизмов создания и функционирования базируется на использовании *критериев внутренней эффективности* (структурообразующих и функциональных параметров; результативности и оптимальности; величины синергетического эффекта), предопределяющих *стадии* (мобилизационную,

догоняющего, опережающего и инновационного развития) и соответствующие им направления обеспечения эффективности («выживания», улучшения финансового состояния, оптимизации пропорций, создания конкурентных преимуществ). Аналитическая составляющая механизма развития представлена набором режимов его функционирования (пассивной параметрической и структурной адаптации, активной структурной адаптации, активного формирования внешней среды), их определяющих критериев внешней эффективности (адаптивности и инновационности как факторов конкурентоспособности) и характеристик, используемых для оценки воздействия внешних факторов.

С учетом приведенных позиций нами предложена модель использования методической базы частных интеграционных механизмов, изображенная на рис. 2.



Рис. 2. Методическое обеспечение частных интеграционных механизмов

Примечание. Разработано автором по материалам собственных исследований [1], [2].

Заключение. Представленный комплекс теоретико-методологических вопросов и научно-методических инструментов ориентирован на теоретическое обоснование и обеспечение функционирования организационно-экономического механизма повышения эффективности деятельности кооперативно-интеграционных структур в АПК.

Использование разработок позволяет создать условия для повышения эффективности функционирования технологически связанных субъектов агропромышленного производства, в том числе за счет оптимизации параметров производственной цепи; выявления резервов повышения эффективности; проявлением синергетического эффекта; адаптации к воздействию внешних факторов; инновационного развития и пр.

Литература

1. Ермалинская, Н. В. Методика определения синергетического эффекта от совместной производственной деятельности в интегрированных агропромышленных формированиях / Н. В. Ермалинская, Т. Г. Фильчук // Аграр. экономика. – 2009. – № 2. – С. 2–5.
2. Ермалинская, Н. В. Методика комплексной оценки эффективности функционирования интегрированных формирований в АПК / Н. В. Ермалинская // Аграр. экономика. – 2011. – № 11. – С. 7–15.
3. Ермалинская, Н. В. Эволюция и основные модели агропромышленной интеграции в условиях становления рыночной экономики / Н. В. Ермалинская // Аграр. экономика. – 2011. – № 3. – С. 7–13.
4. Ермалинская, Н. В. Тенденции развития и особенности функционирования кооперативно-интеграционных структур в АПК Республики Беларусь / Н. В. Ермалинская // Псковск. регионол. журнал [Электронный ресурс]. – 2011. – № 12. – С. 47–57. – Режим доступа: <http://prj-pqru.narod.ru/PRJ/PRJ.htm>. – Дата доступа: 01.12.2011.
5. Ермалинская, Н. В. Теоретические и практические аспекты развития агропромышленной интеграции / Н. В. Ермалинская // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – № 1. – С. 94–101.
6. Пархоменко, Н. В. Теоретические и методологические аспекты эффективного функционирования интегрированных структур в АПК / Н. В. Пархоменко, Н. В. Ермалинская // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – № 3. – С. 96–103.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ
НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
(СУШКА ШПОНА ТОПОЧНЫМИ ГАЗАМИ)
НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГОМЕЛЬДРЕВ»**

А. С. Кричун

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

Научные руководители: О. А. Полозова; Т. В. Алферова

В Республике Беларусь в течение последних пятнадцати лет значительно активизировалась работа в сфере энергосбережения и оптимизации топливно-энергетического баланса. В результате за период 1990–2011 гг. энергоемкость валового внутреннего продукта снизилась более чем в 2,8 раза.

Такие весомые результаты в повышении эффективности энергоиспользования в народном хозяйстве достигнуты в большой степени благодаря сложившемуся в республике системному подходу в работе по энергосбережению.

ОАО «Гомельдрев» является одним из крупнейших и старейших мебельных предприятий в Республике Беларусь, присутствует на рынке с 1879 г. Естественно, для достойной конкуренции предприятие обязано внедрять энергосберегающие технологии, заменять устаревшее оборудование на энергоэффективное.

Серийное производство мебели характеризуется выпуском изделий крупными партиями, который повторяется по заранее намеченному плану. По такой схеме работает большинство мебельных предприятий. В зависимости от числа изделий в серии различают мелко-, средне- и крупносерийное производство, а также гибкое производство на основе автоматизации.

Мебель, сделанная из цельной древесины, всегда была дорогой, поэтому чтобы уменьшить стоимость готовой продукции и сделать мебель более доступной, стали применяться материалы из отходов деревообработки. На данный момент за основу материала для изготовления мебели все чаще берут древесностружечные плиты – древесные частицы, полученные из отходов деревообработки, впоследствии измельченные, высушенные, пропитанные карбамидоформальдегидными смолами и подверженные горячему прессованию.

Начальная влажность измельченной древесины сильно колеблется в зависимости от способа ее получения. Технологическая щепка, получаемая из сырой древесины, имеет влажность 80–120 %. Такую же влажность имеют и опилки от лесопильных рам. Остальные материалы имеют начальную влажность от 10 до 25 %. Конечная влажность измельченной древесины в изделии не должна превышать 6–10 %, а в некоторых видах, например у спичечной соломки, 5–6 %. Таким образом, все виды измельченной древесины должны подвергаться предварительной сушке. Для этой цели служат барабанные, ленточные и пневматические сушилки.

Существуют три способа сушки шпона: контактный, контактно-конвективный и конвективный. При контактном способе тепло передается листу шпона в результате его соприкосновения с нагретым телом. Данный способ передачи тепла осуществлен в дыхательных прессах и контактных сушилках непрерывного действия. При контактно-конвективном способе тепло передается шпону нагретым воздухом или газом, циркулирующим вокруг него, и в результате соприкосновения с нагретыми телами. К устройствам, в которых выдержан этот принцип, относится роликовая сушилка. При конвективном способе передача тепла шпону осуществляется только за счет омывания его нагретым воздухом или газом. Устройствами, в которых применен этот способ передачи тепла, являются ленточные и камерные сушилки.

Сушильные *камеры* представляют собой закрытое помещение, внутрь которого на вагонетках помещают подлежащий сушке материал.

Наиболее распространенными сегодня являются агрегаты комбинированной сушки, где основной тип теплопереноса – конвекционный с долей контактного нагрева. Это роликовые сушилки с паровым или газовым обогревом.

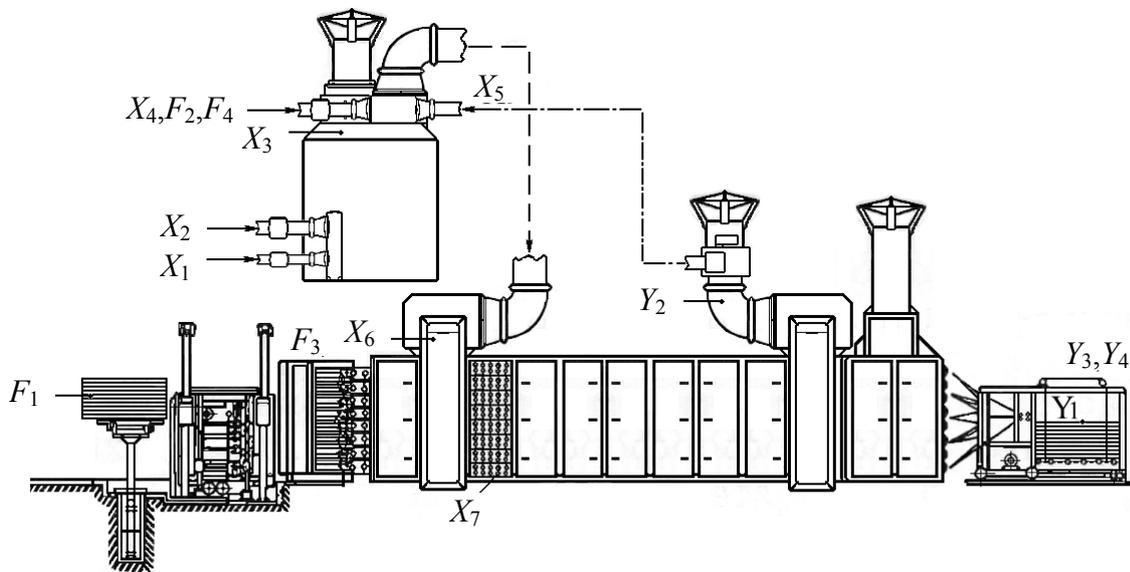


Рис. 1. Структурная схема газовых роликовых сушилок:

X_1 – расход топлива на получение сушильного агента, м³/ч; X_2 – расход воздуха на горение топлива, отн. ед.; X_3 – температура топочного газа в топке, °С;

X_4 – количество воздуха на смешивание с топочными газами, отн. ед.;

X_5 – количество газов, подаваемых на рециркуляцию, отн. ед.;

X_6 – температура сушильного агента на входе в сушилку, °С;

X_7 – скорость движения шпона, м/мин.

Продолжительность сушки шпона в роликовой сушилке зависит от различных факторов. К их числу в первую очередь следует отнести температуру агента сушки, относительную влажность воздуха (для паровых сушилок), скорость движения агента сушки, толщину шпона, породу древесины, начальную и конечную влажность шпона и т. д. Исследование влияния от дельных факторов на продолжительность сушки шпона позволило установить оптимальные значения некоторых из них. Так, оптимальная скорость движения агента сушки равна 1,7–2,5 м/с, относительная влажность воздуха – 15–25 % (для паровых сушилок) и т. д. Наибольшее влияние оказывает температура агента сушки: чем она выше, тем продолжительность сушки меньше. Практически эта температура лежит в пределах 80–150 °С у паровых сушилок и 160–300 °С у газовых.

Предлагаемая мной сушильная камера СРГ-40М имеет ряд существенных преимуществ относительно установленных и ранее использованных моделей. Сушилки роликовые газовые (СРГ) модернизированные модульные с поперечной циркуляцией сушильного агента, работающие как на топочных газах от ТГУ, так и типовых топок на природном газе или мазуте.

Наличие поперечной циркуляции позволяет:

– обеспечивать ту же производительность, что и СРГ-25МС (при одинаковой ширине рабочей части сушилки), при температуре сушильного агента до 200 °С (мягкий режим сушки), либо большую производительность при более жестких режимах сушки;

– улучшить качество получаемого сухого шпона как по чистоте, так и по конечной влажности.

Наличие различной ширины рабочей части сушилки (-40П, -32П или -20П) позволяет более гибко подходить к решению вопросов по размещению оборудования у конкретного заказчика в зависимости от выпускаемого формата фанеры.

Наличие модульности позволяет, изменяя количество модулей (секций), обеспечить, при одной и той же ширине рабочей части сушилки, требуемую заказчиком производительность по сухому шпону. Система управления обеспечивает автоматическое управление режимами сушки шпона, исключая вмешательство человеческого фактора на стабильную работу сушилки.

Годовая экономия условного топлива в результате внедрения данной установки составляет 2993 т у. т./год; затраты на приобретение и монтаж камеры – 1570 у. е; срок окупаемости сушильной камеры в этом случае – 2,5 года

Всего в Республике Беларусь есть 5 крупных деревообрабатывающих предприятий, однако ни на одном из них на данный момент в эксплуатации нет СРГ-40М.

Работая с такими объемами продукции, установка СРГ-40М позволит сэкономить предприятиям порядка 14965 т у. т.

Мероприятия подобного рода позволят ОАО «Гомельдрев» поднять свой рейтинг в деревообрабатывающей промышленности Республики. Любое уменьшение цен положительно сыграет в условиях рыночной экономики, а увеличение дохода положительно отразится на промышленности в целом.

Литература

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. пособие / Б. И. Кудрин, В. В. Прокопчик. – Минск : Высш. шк., 1988 – С. 11–13.
2. Михайлов, С. А. Государственная политика энергосбережения: достигнутые результаты и насущные задачи высшей школы / С. А. Михайлов. – М., Энергетик. – 2003.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Ю. В. Добровольская

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

Научный руководитель О. В. Шваякова

В условиях рыночной экономики деятельность любого предприятия должна быть направлена на систематическое и долгосрочное повышение его конкурентоспособности, экономической привлекательности, а также снижения риска банкротства. Достижение этих целей возможно через реализацию инвестиционной деятельности предприятия.

Обычно выделяют следующие основные виды инвестиций:

- Реальные (прямые).
- Финансовые (портфельные).
- Интеллектуальные.

В современных экономических условиях в Республике Беларусь практически все виды хозяйственной деятельности предприятий связаны с необходимостью осуществления инвестиций в реальные активы. На большинстве предприятий это инвестирование является в современных условиях единственным направлением инвестиционной деятельности. Это определяет высокую роль управления реальными инвестициями и источниками их финансирования в системе инвестиционной деятельности предприятия.

Насколько правильно и точно руководство предприятия сможет определить источники их инвестиционной деятельности, зависит эффективность деятельности организации в целом. Ведь формы источников неизбежно отражаются на характере управления предприятием, связанного с ликвидностью и рентабельностью. А соотношение собственных и заемных источников во многом определяет отношения с субъектами экономических отношений, в которые вступает предприятие в процессе своей деятельности.

В зависимости от задач, которые ставит перед собой предприятие в процессе инвестирования, все возможные реальные инвестиции можно свести в следующие основные группы:

- обязательные инвестиции – это инвестиции, направленные на достижение стабильности деятельности предприятия;
- инвестиции, направленные на повышение эффективности деятельности предприятия;
- инвестиции в создание новых производств. В результате осуществления таких инвестиций создаются совершенно новые производства, которые будут выпускать ранее не изготавливавшиеся предприятием товары или оказывать новый тип услуг.

Большинству отечественных и зарубежных предприятий присуща, в той или иной мере, ограниченность финансовых ресурсов. В связи с этим обстоятельством предприятия вынуждены привлекать дополнительные источники финансирования инвестиций.

Так, на предприятии формируются и используются два основных вида ресурсов – собственные и заемные.

Величина собственных инвестиционных ресурсов ограничивается размерами уставного, паевого и резервного капитала, нераспределенной прибылью и т. п.

Величина заемных инвестиционных ресурсов для каждого предприятия ограничивается суммой его активов, ранее возложенных на себя финансовых обязательств и %-й ставкой по кредиту.

Кроме того, свои ограничения на размер и источник вложений предприятия накладывает вид инвестиций и степень риска.

Инвестиционный риск – вероятность возникновения непредвиденных финансовых потерь (снижения прибыли, доходов, потери капитала и т. п.) в ситуации неопределенности условий инвестиционной деятельности.

Все инвестиционные риски в экономической литературе классифицируют по следующим признакам:

1. По сферам проявления:

- экономический риск (изменение экономических факторов);
- политический (административные ограничения инвестиционной деятельности, связанные с изменениями политического курса осуществляемого государством);
- социальный (риск забастовок);
- экологический (экологические катастрофы и бедствия (пожар, наводнение и т. п.);
- прочие виды (хищение имущества, обман со стороны инвестиционных или хозяйственных партнеров и т. п.).

2. По формам инвестирования:

- риск реального инвестирования (риск связан с неудачным выбором месторасположения строящегося объекта; перебоями в поставке строительных материалов и оборудования; ростом цен на инвестиционные товары; выбором недобросовестного или неквалифицированного подрядчика и др. факторами, задерживающими ввод в эксплуатацию объекта инвестирования или снижающими доход в процессе его эксплуатации);

- финансового инвестирования (риск связан с непродуманным подбором финансовых инструментов для инвестирования; финансовыми затруднениями или банкротством отдельных эмитентов; непредвиденными изменениями условий инвестирования, прямым обманом инвесторов и т. п.).

3. По источникам возникновения:

- систематический или рыночный (этот риск есть всегда для всех участников инвестиционной деятельности. Он определяется сменой стадий экономического цикла развития страны, изменениями налогового законодательства в сфере инвестирования и другими факторами, на которые инвестор повлиять при выборе объектов инвестирования не может);

- несистематический или специфический (риск присущ конкретному объекту инвестирования. Может быть связан с неквалифицированным руководством компанией – объектом инвестирования усилением конкуренции в отдельном сегменте инвестиционного рынка и т. п.).

4. По уровню принятия решения:

- макроэкономический (глобальный риск);
- микроэкономический (локальный риск).

5. По динамичности и направлениям влияния:

- динамический риск, возникающий вероятностным образом, т. е. риск изменений стоимости основного капитала из-за непредвиденных отклонений от запланированных управленческих решений или непредвиденных изменений – колебаний во внешней среде (рыночной, нормативно-законодательной и т. п.). Подобные изменения могут привести как к потерям, так и к дополнительным доходам. Это своего рода «симметричный риск» с возможностями получения отрицательного и непредвиденного положительного эффекта;

– статический, также возникающий вероятностным образом риск потери реальных активов, но уже вследствие нанесения несоразмерного ущерба, невозможности потерь (в том числе в связи с недееспособным управлением). Это «асимметричный риск», наиболее часто рассматриваемый и приводящий только к потерям.

Можно выделить следующие зоны риска в инвестиционной деятельности предприятия:

- безрисковая;
- допустимого риска – крайняя точка – потери в размере прибыли;
- критического риска – крайняя точка – потери в размере выручки;
- катастрофического риска – крайняя точка – банкротство.

Инвестиционная деятельность белорусских организаций с учетом ограниченности ресурсов может быть признана эффективной с точки зрения рискованности вложений, если выполняются условия, отраженные в таблице.

Условия эффективной инвестиционной деятельности организаций

| Виды инвестиций | | Источник | Зона риска |
|---------------------------|---|--|--|
| Стабильность деятельности | Первой очереди – обязательные инвестиции | Собственные средства: уставной, паевой и резервный капитал, нераспределенная прибыль и т. п. Заемные средства | Часть зоны катастрофического. Критическая |
| Развитие деятельности | Второй очереди – инвестиции, направленные на повышение эффективности деятельности предприятия | Собственные средства: резервный капитал, нераспределенная прибыль и т. п. Заемные средства | Часть зоны критического. Допустимая |
| | Третьей очереди – инвестиции в создание новых производств | Собственные средства: нераспределенная прибыль и т. п. Заемные средства | Допустимая |

Таким образом, неким критерием эффективности инвестиционной деятельности белорусских организаций может выступать степень риска для каждого из вида инвестиций, а также, в зависимости от вида инвестиций, можно судить о целесообразности использования тех или иных источников финансирования.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

Т. В. Будович

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Риск присущ всем отраслям, но особо остро он проявляется в агропромышленном производстве. Причины возникновения риска обусловлены особенностями агропромышленного производства, которые состоят в следующем:

– зависимость результатов от изменения погодных условий, которые влияют на урожайность сельскохозяйственных культур, и как следствие – на издержки производства, объемы реализации продукции, уровень прибыли и рентабельности;

– биологическая природа используемых в сельском хозяйстве производственных ресурсов и получаемой продукции. Запоздалый или слишком ранний сев, затянувшаяся уборка урожая, несоответствующие условия хранения продукции, болезни животных и вредители растений – все это сопряжено с прямым риском потери продукции, повышением затрат, снижением прибыли;

– нежелательные изменения качества и количества факторов производства, в частности – снижение качества посевного материала, удобрений, комбикормов, неудовлетворительный уровень качества техники, несвоевременная поставка горюче-смазочных материалов и пр.;

– сезонность производства, оказывающая негативное воздействие на оборачиваемость материальных и финансовых средств;

– значительный объем основных средств, используемых в производстве, что увеличивает постоянные затраты и, следовательно, вызывает относительное снижение эффективности хозяйствования;

– территориальная протяженность сельскохозяйственного производства приводит к осложнению технологического контроля, а несвоевременное или некачественное проведение работ становится дополнительным источником рисков.

Для обеспечения эффективной хозяйственной деятельности и получения положительных экономических результатов необходимо управлять рисками. Управление хозяйственными рисками представляет собой процесс планирования, организации, мотивации и контроля, имеющий целью уменьшение (или компенсацию) ущерба для субъекта хозяйствования, обеспечение его способности противостоять неблагоприятным событиям (угрозам) [4]. В условиях объективного существования риска и связанных с ним потерь возникает потребность в разработке и научном обосновании механизма управления риском.

Согласно исследованиям отечественных ученых, механизм управления риском представляет собой совокупность последовательно выполняемых и взаимодополняемых процедур, включающих идентификацию и анализ риска, сравнение альтернативных вариантов управления риском и выбор оптимального способа, мониторинг результатов и совершенствование системы управления риском [3]. На основе этого, а также с учетом собственных исследований нами предложен модифицированный вариант механизма управления риском, в рамках которого расширены и конкретизированы отдельные стадии риск-менеджмента, предложены конкретные действия по реализации каждого из этапов (рис. 1). По сравнению с существующими вариантами предложенный механизм является более подробным и содержательным, что делает его понятным для исполнителя и позволяет оперативно решать задачи по управлению риском.

По проблеме риска приводится много различных методов его количественной оценки, при этом наиболее распространенными среди них являются статистический метод и метод экспертных оценок. Применительно к сельскому хозяйству используется статистический метод, при котором производится сбор и обработка статистических данных за определенный период (урожайность, энерговооруженность, климатические данные, трудовые ресурсы, количество вносимых удобрений и др.) с помощью математических действий можно рассчитать, при каких параметрах наступает рискованная ситуация в том или ином районе [1].

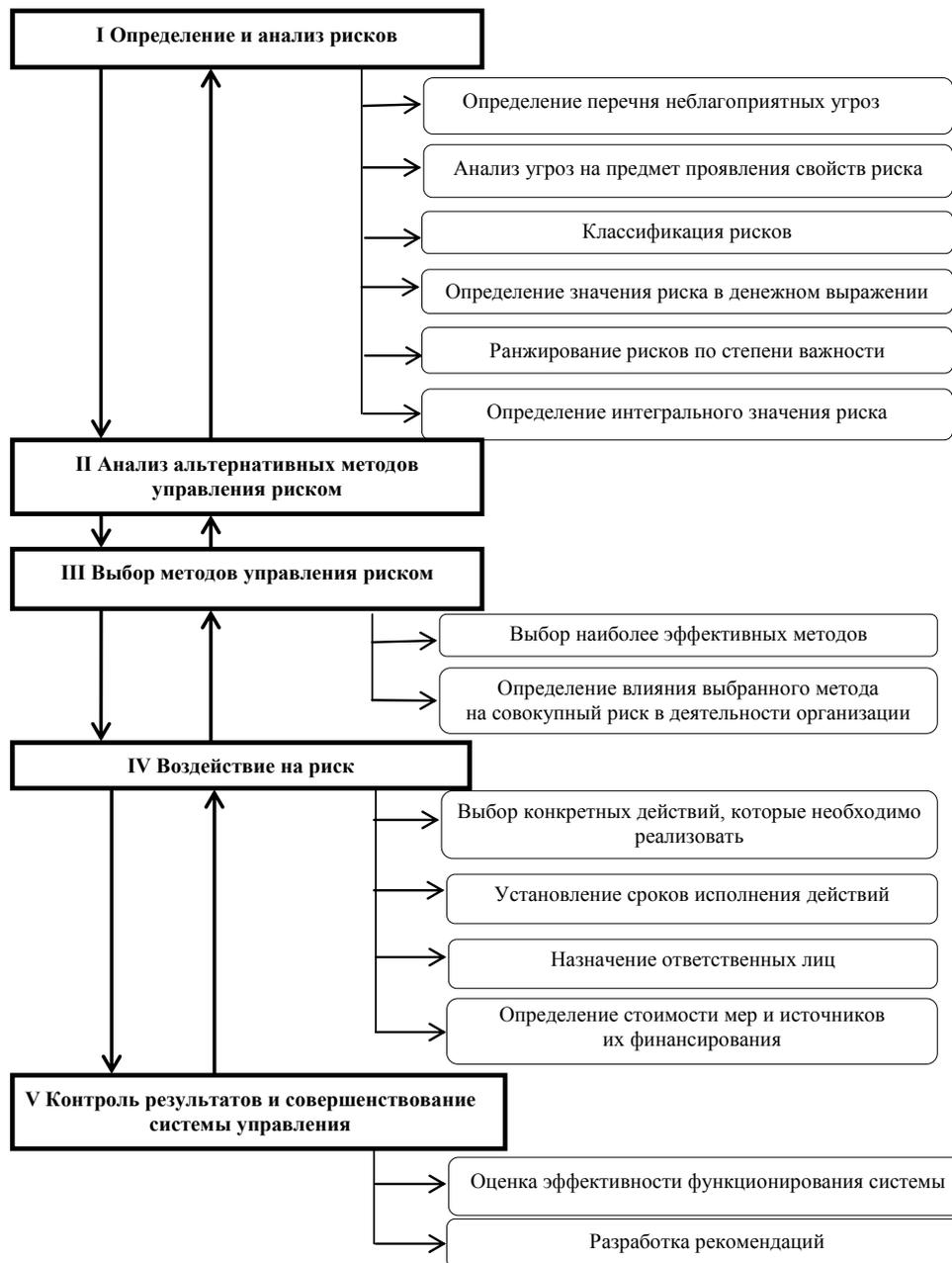


Рис. 1. Механизм управления риском (источник: собственная разработка)

Существуют различные методы регулирования и снижения рисков. К их числу относятся диверсификация, резервирование средств, страхование, покрытие непредвиденных расходов, распределение рисков между участниками и другие.

Необходимо отметить, что диверсификацию, как способ снижения риска, в сельском хозяйстве необходимо использовать с осторожностью вследствие увеличения объема используемых основных средств и возможного снижения их загрузки, а также роста расходов на содержание и ремонт оборудования [2]. Создание собственных резервов в сельском хозяйстве ограничено финансовыми возможностями товаропроизводителей, в отдельных случаях не способных к осуществлению простого воспроизводства.

В настоящее время установлено, что наиболее эффективным инструментом минимизации риска в сельском хозяйстве является страхование. Однако, по сравнению со странами Европы, рынок страхования в Беларуси находится на стадии становления и имеет ряд недостатков, в том числе – неразвитость единой системы законодательных актов в сфере страхования; недостаток высококвалифицированных кадров; жесткая регламентация перечня наименований сельхозпродукции, подлежащей обязательному страхованию; фиксированный процент государственной помощи при страховании, который составляет 95% для всех сельскохозяйственных предприятий; установление дифференцированных страховых тарифов осуществляется из возможности наступления страхового случая, вызванного только действием природных факторов, и не учитываются экономические параметры функционирования отрасли [5].

Помимо названных методов управления риском, в аграрном секторе целесообразно использовать:

- гибкую агротехнику, которая адаптирована к особенностям конкретного года, что позволит снизить потери урожая и тем самым уменьшит производственный риск;
- новые сорта сельскохозяйственных растений, которые наиболее устойчивы к заболеваниям и воздействию отрицательных природно-климатических факторов;
- разведение племенных высокопродуктивных пород животных;
- варьирование посевами;
- мелиорацию.

Правильный севооборот в сочетании с высокой агротехникой и правильной системой удобрения служит надежной гарантией высокого урожая, роста производительности труда и снижения затрат на единицу сельскохозяйственной продукции.

Л и т е р а т у р а

1. Ахмедова, И. Д. Методы оценки и принципы управления риском в сельском хозяйстве [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/ONG /Economics /12_ahmedova%20i.d..doc.htm](http://www.rusnauka.com/ONG/Economics/12_ahmedova%20i.d..doc.htm). – Дата доступа: 12.03.2012 г.
2. Голубев, С. В. Формирование организационно-экономического механизма управления производственным риском в сельскохозяйственных организациях: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С. В. Голубев ; ГНУ ВНИОПТУСХ. – М., 2011. – 20 с.
3. Иванов, А. А. Риск-менеджмент : учеб.-метод. комплект/ А. А. Иванов, С. Я. Олейников, С. А. Бочаров. – М. : ЕАОИ, 2008. – 193 с.
4. Лапченко, Е. Н. Оценка хозяйственных и проектных рисков / Е. Н. Лапченко ; Беларус. торг.-экон. ун-т потребит. кооперации. – Гомель, 2011.
5. Тетеркина, А. Методика страхования посевов кукурузы на зерно / А. Тетеркина // Экономика сел. хоз-ва. – 2007. – № 6. – С. 39–45.

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА

Л. В. Щукина

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Активно идеи устойчивого развития (УР) распространяются в мире в последние 10–15 лет. Большое количество стран сделало реальные шаги по переходу к УР. В них созданы государственные органы, ответственные за УР (советы, комиссии, комитеты при правительствах или главах государств), разработаны или разрабатываются документы национального уровня, ориентирующие развитие на путь устой-

чивости (концепции и стратегии УР, законы, другие нормативные методические документы).

В Республике Беларусь работу в области УР курирует Национальная комиссия по устойчивому развитию при Совете Министров. Первая Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь была разработана в 1996 г. и одобрена Правительством Республики Беларусь в начале 1997 г., став важным шагом в реализации обязательств Беларуси в части выполнения «Повестки на 21-й век» и заложив основы новых подходов к государственному прогнозированию и планированию. В настоящее время в Республике Беларусь действует Национальная стратегия устойчивого развития (НСУР) Республики Беларусь на период до 2020 г.

Как отмечается в этом документе, УР предполагает положительную динамику изменения важнейших взаимосвязанных индикаторов (в триаде человек – хозяйство – природа), отражающих стабильное функционирование и сбалансированное поступательное движение социальной, экономической и экологической сфер [1].

Национальный аспект устойчивого развития для Республики Беларусь определяется становлением ее как суверенного государства, необходимостью быстрее выхода из экономического кризиса и повышения уровня жизни населения, вхождения в мировое сообщество, сохранения добрососедских отношений с другими странами мира.

Кроме того, актуальность обеспечения устойчивого развития для Республики Беларусь подтверждает следующее:

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь разрабатывает Национальную стратегию сохранения и устойчивого развития биологического разнообразия и Национальную программу действий по борьбе с деградацией земель. В результате выполнения программы будут улучшены планирование и реализация мероприятий по предотвращению и борьбе с деградацией земель в Беларуси, а сама Национальная программа существенно дополнит НСУР Республики Беларусь на период до 2020 г. и станет важным инструментом реализации ряда мероприятий в сфере устойчивого земледелия.

2. Национальный план действий по реализации стратегии ЕЭК ООН по образованию в интересах устойчивого развития в Республике Беларусь на 2011–2014 гг. подтверждает приверженность концепции УР как идеологии общественного развития; исходит из высокой социальной значимости для Беларуси важнейших международных и общенациональных решений с целью ее скорейшего перехода к УР. Данный документ способствует внедрению нового образовательного проекта в интересах устойчивого развития, а именно в п. 6 говорится о повышении квалификации специалистов системы образования в области ОУР: включение основных принципов, компетенций и тем УР в типовые учебные программы для всех уровней образования, в программы переподготовки и повышения квалификации специалистов, в государственные общеобразовательные стандарты по всем специальностям; включение принципов УР и индикаторов ОУР в систему подготовки, переподготовки, аттестации педагогических кадров и аккредитации учреждений образования. Что также подтверждает важность и актуальность обеспечения устойчивого развития в Республике Беларусь.

3. Обеспечение устойчивого развития Республики Беларусь соответствует одному из приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг., утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.04.2010, № 585: 11. Социально-экономическое и духовно-культурное развитие Республики Беларусь – 11.1. Теоретические основы повышения

эффективности национальной инновационной системы, антикризисные и посткризисные механизмы обеспечения устойчивого развития национальной экономики.

Особо остро вопросы обеспечения устойчивого развития стоят в области сельского хозяйства. Это можно объяснить следующим:

– сельское хозяйство является главным производителем продуктов питания, т. е. основным источником жизнедеятельности людей, и поэтому любые перебои в производстве весьма ощутимо сказываются на уровне жизни населения;

– сельское хозяйство ведется в практически неконтролируемых человеком условиях, следовательно, более других отраслей подтверждено нестабильности;

– одной из особенностей сельского хозяйства как отрасли материального производства является то, что процесс воспроизводства тесно переплетается с биологическими процессами роста и развития живых организмов. Для живых организмов любая нестабильность несет особенно тяжелые последствия (вплоть до гибели), поэтому и ущерб от неустойчивости внутри самой отрасли значительно превышает аналогичные ущербы в большинстве других отраслей.

Актуальность обеспечения устойчивости развития сельского хозяйства подтверждается и разработкой Государственной программы устойчивого развития села на 2011–2015 гг.

Устойчивое развитие сельского хозяйства определяет результативность аграрной политики страны в целом, а также оказывает наиболее существенное влияние на состояние всех сфер жизнедеятельности человека.

Таким образом, устойчивость и эффективность сельского хозяйства приобретает первостепенное и актуальное значение, поскольку, развитие отечественного аграрного производства не только напрямую влияет на состояние продовольственной и, в конечном счете, национальной безопасности страны, но и во многом определяет ее социальный климат.

Проблема устойчивости развития сельского хозяйства недостаточно проработана как методически, так и теоретически. Устойчивость развития сельского хозяйства – это новая и достаточно не раскрытая категория и с точки зрения сущности, и с точки зрения методики. Следовательно, имеется объективная потребность философского осмысления данной ситуации: создание общих теоретических основ, выделение и решение существующих проблем в области УР, соединение ранее изученных проблем в единую теоретическую и методическую систему научных взглядов.

Остановимся подробнее на методиках по оценке УР сельского хозяйства региона.

Проведя критический обзор отечественной и зарубежной литературы в области устойчивого развития, нами были систематизированы основные методические подходы к оценке устойчивости сельского хозяйства региона: адаптивный, динамический, статический, многомерный статистический. Сущность адаптивного подхода: сравнительная оценка потенциала адаптивности сельского хозяйства к изменению внешних условий. Преимущества: позволяет выявить деструктивные факторы и угрозы развития сельского хозяйства, определить направления стабилизации, ранжировать объекты по потенциалу устойчивости. Недостатки: не учитывается реальный уровень устойчивости системы. Сущность динамического подхода: исследование уровня колеблемости рядов динамики, характеризующей устойчивость основных тенденций развития сельского хозяйства. Преимущества: обозначена необходимость соответствия динамики основных параметров сельского хозяйства перспективным направлениям социально-экономического развития региона. Недостатки: тренд не характеризует изменение внешних условий функционирования сельского хозяйства. Сущность статического подхода: определение границ устойчивого функционирова-

ния сельского хозяйства. Преимущества: позволяет количественно оценить угрозы развития сельского хозяйства. Недостатки: сложность оценки влияния факторов устойчивости системы. Сущность многомерного статистического подхода: позволяет сконцентрировать исходную информацию, выражая большое количество рассматриваемых признаков через меньшее число более емких внутренних характеристик явления, которые не поддаются непосредственному измерению. Преимущества: позволяет анализировать многомерную информацию; дает возможность строить адекватные модели в соответствии с теми целями, которые поставлены перед региональными исследованиями. Недостатки: необходимо учитывать неравнозначность частных критериев качества, сложность оценки влияния факторов устойчивости системы.

Таким образом, видно, что каждый подход к оценке устойчивости развития сельского хозяйства региона имеет как свои преимущества, так и недостатки.

На наш взгляд, чтобы оценить устойчивость развития сельского хозяйства региона, целесообразно использовать метод многомерного статистического анализа, так как данный метод позволяет оценить многомерную информацию. Основная проблема при оценке устойчивости – многокритериальность оценки. Данную проблему помогает решить именно этот метод. В данном методе нет допущения о неизменности всех прочих условий, свойственному регрессионно-корреляционному анализу. Также коэффициент весомости определяется не экспертным путем, а методом попарных сравнений параметров, выраженных в вербальной форме (метод Т. Саати). Однако, необходимо отметить, что при оценке УР сельского хозяйства используется сложная математическая модель диагностирования. Если упростить математические расчеты и формулы, то это даст более простую интерпретацию полученных статистических выводов, позволит существенно сузить объем хранимой статистической информации.

Таким образом, можно сделать вывод, что проблемой устойчивости развития сельского хозяйства активно занимаются ученые-исследователи с различных аспектов и на различных уровнях. На национальном уровне разработана концепция НСУР Республики Беларусь на период до 2020 г., однако данная концепция не нашла отражения на региональном уровне. В Республике Беларусь УР на региональном уровне не оформлено институционально, как например, в России – это Министерство регионального развития; Украина – это Министерство регионального развития и строительства. Ученые-исследователи дают различные определения устойчивости, выделяют множество факторов и видов устойчивости, анализируют разрозненные критерии оценки устойчивости развития сельского хозяйства, используют разные методы оценки устойчивости развития, которые необходимо в перспективе систематизировать в единую логическую систему научных взглядов, которая бы адекватно отражала бы реальную социально-экологическую действительность.

Литература

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальные стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.by/ru/legislation/nsur2020>. – Дата доступа: 02.03.2012.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Д. В. Савочкина

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

Научные руководители: Т. В. Алферова, О. А. Полозова

В условиях энергосбережения большое значение имеет эффективность управления энергопотреблением. Сам по себе учет энергоресурсов не снижает их потребления. Однако создание автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) является важным шагом в цепочке мероприятий по обеспечению энергоэффективности.

Управление энергосбережением включает:

- разработку программ по энергосбережению;
- учет и контроль потребления ТЭР;
- организацию нормирования расхода ТЭР;
- стимулирование за рациональное использование ТЭР.

Объектом данного исследования является учет потребления ТЭР и контроль параметров их потребления.

Нельзя управлять тем, что невозможно измерить. Поэтому при создании системы управления энергопотреблением необходимо решить две взаимосвязанные задачи:

- учет и контроль параметров потребления ТЭР и технологических факторов;
- определение задач управления потреблением ТЭР, направленных на энергосбережение на основе статистического банка данных.

Традиционные электрические счетчики измеряют только общее количество потребленной электрической энергии и не предоставляют информации о том, когда произошло потребление. Интеллектуальные счетчики являются экономичным средством для получения подобной информации, позволяя ценообразующим организациям вводить дифференцированные тарифы на потребление в зависимости от времени суток и времени года и проводить мониторинг потребления и, следовательно, управлять потреблением, снижая излишний расход ресурсов.

Анализ функциональных возможностей существующих систем учета выявил следующие недостатки:

- направленность на решение узкого круга формальных задач, связанных с организацией коммерческого учета;
- накапливаемые массивы статистической информации не подвергаются серьезному математическому анализу;
- в большинстве случаев невозможно воспользоваться частью статистики из-за нестандартных форматов программного обеспечения.

Методы моделирования режимов потребления ТЭР для большинства промышленных предприятий базируются на квартальной, годовой статистической информации, которая сама по себе отличается устойчивостью. Однако эта информация не позволяет уловить те изменения, которые и формируют режим потребления ТЭР.

Управление потреблением ТЭР предлагается организовать в соответствии со схемой (рис. 1) [1]. Учет осуществляется при помощи счетчиков, измерительных приборов, оперативных журналов. Данные потребления ТЭР и технологических показателей поступают в устройства преобразования и первичной обработки информации. Далее формируются массивы данных, которые хранятся в памяти компьютера. Для решения задач управления потреблением ТЭР необходимо установить количе-

ство и объем показателей, которые адекватно описывают связь между энергетикой и технологией. При этом эффективное управление потреблением ТЭР достигается при оперативном воздействии на объект управления. Это можно реализовать с использованием информационных баз данных (ИБД) энергетических и технологических показателей производства и разработки на ее основе эффективных методов анализа режимов потребления ТЭР и управления ими с применением современных математических методов обработки статистики. Статистика ИБД используется для разработки математических моделей, позволяющих решать указанные задачи управления потреблением ТЭР, которые в конечном итоге используются для принятия решений, направленных на энергосбережение.

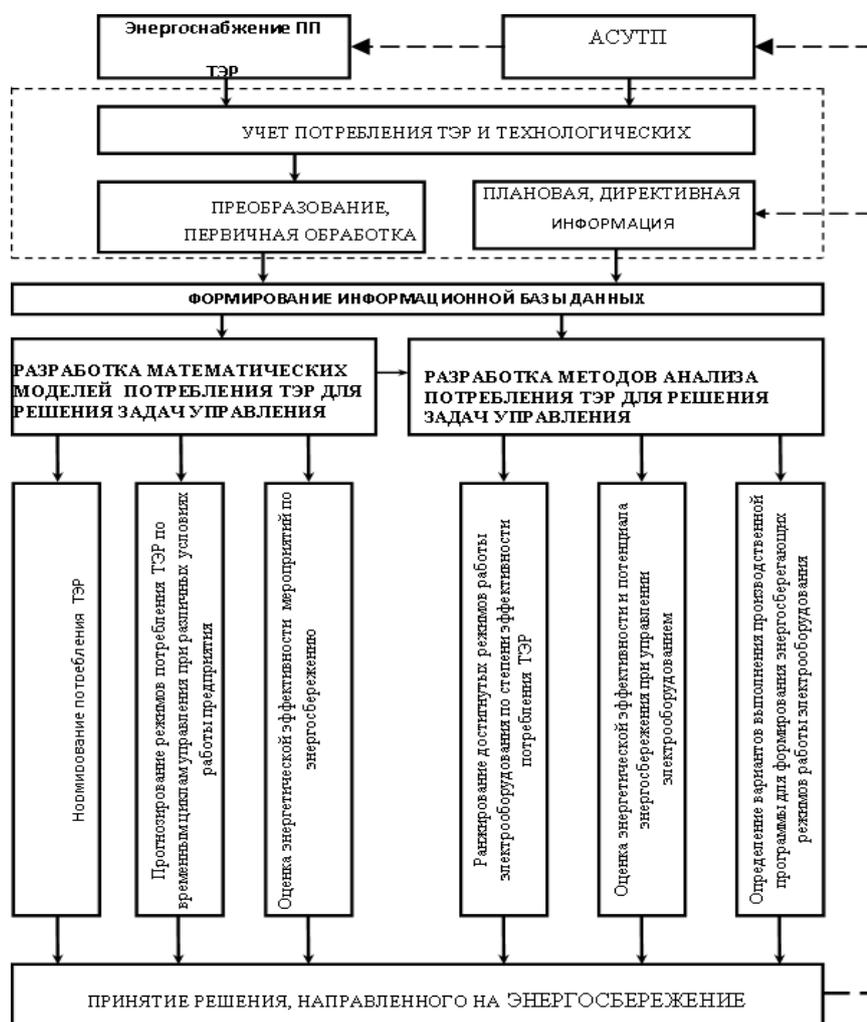


Рис. 1. Организация системы управления потреблением ТЭР в условиях автоматизированного сбора исходных данных

Все функции управления электропотреблением можно классифицировать по возможностям:

- определять расход ТЭР (установить нормы потребления энергоресурсов);
- вести контроль за рациональным использованием энергоресурсов при реализации текущих режимов выпуска продукции (контроль выполнения норм расхода ТЭР);

– достигать эффективных режимов выпуска продукции путем направленного воздействия на объект управления (достижение норм расхода ТЭР).

Необходимость установления взаимосвязей между потреблением ТЭР и показателями режимов работы цехов предприятия определяется задачами управления энергопотреблением. Целесообразно использовать вероятностно-статистические модели расчета и, в частности, многофакторное моделирование. Одним из возможных путей учета структурной неоднородности является применение аппарата кластерного анализа в сочетании с многофакторным регрессионным анализом. При этом следует учесть, что применение многофакторного регрессионного анализа для моделирования режимов энергопотребления требует решения сложной проблемы выявления факторов, которая решается путем глубокого изучения существа технологического процесса предприятия.

В отечественной практике сложились следующие циклы управления и прогнозирования: внутрисуточные и внутрисуточные (оперативные); от одних до семи-восьми предстоящих суток (краткосрочные); с произвольной даты до конца текущего месяца (внутримесячные); на предстоящие месяц, квартал, год (текущие, годовые); на один – три предстоящих года (долгосрочные); на пять и более лет (перспективные).

Для каждого цикла управления и прогнозирования необходимо разрабатывать свои модели, которые бы адекватно описывали закономерности поведения системы именно на данном временном интервале. Это достигается исследованием общих тенденций работы системы и подбором достаточного статистического материала и методов его обработки.

Все уровни АСКУЭ связаны между собой каналами связи.

К установке можно использовать систему ПТК ЭКОНОМ инженерной компании «ПРОСОФТ–СИСТЕМЫ». Данные системы ПТК ЭКОНОМ обеспечивают коммерческий и технический учет всех видов энергии и энергоносителей (электроэнергия, тепло, вода, газ, пар, сжатый воздух и др.), а значит, могут быть использованы для построения многоуровневой системы учета энергоносителей. По экспертным оценкам [2], установка компьютерных интеллектуальных систем технического учета электрической и тепловой энергии позволяет экономить – 2–5 % от годового потребления ТЭР.

При установке данной системы на предприятии ОАО «Ратон» ожидаемая годовая экономия электрической энергии составила 197 тыс. кВт · ч/год (49,24 т у. т./год), или в стоимостном выражении 83337,28 тыс. р./год.

Затраты на внедрение компьютерных систем технического учета электрической энергии составили 137,874 млн р.; срок окупаемости – 1,65 года.

Таким образом, внедрение автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов позволит:

- производить оперативный контроль и учет электроэнергии и других видов энергетических ресурсов;
- выдавать рекомендации по оптимизации ТЭР с целью их рационального использования.

Л и т е р а т у р а

1. Колесник, Ю. Н. Система энергоэффективного управления электропотреблением в рыночных условиях функционирования предприятий / Ю. Н. Колесник // Материалы МНТК студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – С. 11–15.

2. Акушко, В. Ф. Альтернатива энергоаудиту – компьютерные интеллектуальные системы технического учета ТЭР / В. Ф. Акушко, Н. В. Грунтович // Энергоэффективность. – 2011. – № 1. – С. 12–15.
3. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – Минск : Высш. шк., 2005. – 294 с.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕГИОНА

Т. А. Шевелева

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

Научный руководитель Е. А. Кожевников

В настоящее время в Республике Беларусь процессы концентрации сельскохозяйственного производства рассматриваются в качестве одного из важнейших направлений повышения экономической эффективности деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Научно обоснованная концентрация сельхозпроизводства позволяет широко внедрять машинную технику, передовую технологию, а также способствует интенсификации основных отраслей сельского хозяйства, повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции и, как результат, увеличению рентабельности производства.

Проведенные исследования позволили установить, что вопросы концентрации получили широкое освещение в трудах отечественных и зарубежных ученых. Проработаны теоретические положения и представлен ряд практических разработок в данной области. Несмотря на это, существующая методическая база не обеспечивает возможности полного решения проблем, определения оптимальных размеров сельскохозяйственных предприятий.

Цель работы состоит в обосновании оптимальных размеров хозяйства с использованием расчетно-конструктивного метода.

Изучение прикладных основ концентрации показало, что в научной литературе отсутствует однозначное определение исследуемого понятия. На наш взгляд, наиболее полно сущность термина «концентрация» раскрывается в трудах Н. Я. Коваленко, О. Ф. Лопатина, К. П. Оболенского. Согласно их мнению, концентрация производства представляет собой сосредоточение средств производства, рабочей силы и получение продукции в одном предприятии, отрасли или производственном объединении, а также зоне, области, районе.

Установлено, что в сельском хозяйстве процессы концентрации производства имеют ряд особенностей, обусловленных спецификой отрасли, и характеризуются сосредоточением земельных ресурсов, средств производства и труда, объемов производства в масштабе, определяющем уровень социально-экономической эффективности. Однако масштабы концентрации сельскохозяйственного производства имеют пределы и определяются рядом условий: природными (компактность территории, особенности климата, качество земель, наличие водных ресурсов); экономическими (специализация, наличие техники, построек, состояние дорог); социальными (обеспеченность трудовыми ресурсами, профессиональный уровень работников, обеспеченность жильем) и пр. [1, с. 220].

Уровень эффективности концентрации сельскохозяйственного производства обусловлен величиной и направленностью проявления эффекта масштаба (положитель-

ный, постоянный, отрицательный). В качестве аналитического инструментария для его оценки наиболее часто используются следующие показатели: выход валовой и товарной продукции; площадь земель, величина основных производственных средств, количество техники, поголовье животных; число занятых работников [3, с. 66].

По результатам изучения механизма формирования и проявления эффекта масштаба, И. Крячковым установлено, что главным критерием оценки эффекта масштаба являются не средние затраты на единицу продукции, а прибыль с гектара посева и всей пашни хозяйства, с головы скота [2, с. 87].

Исследование проблемы концентрации сельскохозяйственного производства, сравнение результатов деятельности хозяйств Жлобинского района Гомельской области за ряд лет выявило дифференциацию экономического положения сельскохозяйственных предприятий. Наряду с ростом эффективности крупных и средних по размерам хозяйств (по площади угодий и поголовью скота) происходит деградация большого количества мелких хозяйств. Это показывают и данные группировки хозяйств по их размерам и эффективности производства (таблица).

Показатели эффективности производственно-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций Жлобинского района за 2010 г.

| Наименование показателя | Хозяйства по площади земельных угодий, га | | |
|---|---|----------------------|----------------------|
| | 100–2500 (1 гр.) | 2501–6000 (2 гр.) | 6001–9500 (3 гр.) |
| 1. Количество хозяйств, шт. | 6 | 7 | 7 |
| 2. Средний размер хозяйства по площади земельных угодий, га | 1437,5 | 3915,1 | 7140,3 |
| 3. Объемы производства в расчете на одно хозяйство, т | | | |
| – зерна | 1218,2 | 2238,4 | 4956,7 |
| – молока | 1397,2 | 2590,4 | 5144,4 |
| – мяса КРС | 115,3 | 303,1 | 439,6 |
| 4. Урожайность зерновых, ц/га | 19,84 | 20,99 | 23,21 |
| 5. Годовой удой молока от одной коровы, кг | 4237,94 | 4067,46 | 4646,67 |
| 6. Себестоимость 1 т, тыс. р. | | | |
| – зерна | 446,6 | 367,8 | 403,2 |
| – молока | 70,1 | 71,7 | 67,7 |
| – мяса КРС | 8565,5 | 7594,5 | 8462,1 |
| 7. Прибыль (убыток) от реализации продукции хозяйства на один га сельскохозяйственных угодий, тыс. р. | –189,3 | –38,2 | –106,2 |
| 8. Оплата труда одного работника, тыс. р. | 650,6 | 710,5 | 740,3 |

Примечание. Таблица составлена автором по материалам собственных исследований.

На основе группировки сельскохозяйственных предприятий по площади земельных угодий было выделено 3 группы хозяйств. Для определения эффективности производства был проведен анализ натуральных и стоимостных показателей. Наиболее важным фактором производства в сельском хозяйстве является земля. Этот фактор в большей мере, чем другие, влияет на результативный показатель (объем

основной продукции в натуральном выражении). По приведенным данным таблицы видно, что объем производства, урожайность зерновых и удой молока выше в более крупных хозяйствах по площади сельскохозяйственных угодий. Однако, несмотря на их рост, производство отдельных видов продукции данной группы хозяйств убыточно (–106,2 тыс. р.). Наилучшие стоимостные показатели имеют хозяйства 2 группы, находящиеся в диапазоне 2,5–6,0 тыс. га. Себестоимость одной тонны продукции высока, что в конечном итоге сказывается на прибыли.

Для определения наиболее точных оптимальных размеров хозяйств нужно использовать систему показателей. Она позволит тесно увязать результативные показатели с действующими на производство факторами, правильно определить полученные результаты, уровень факторов и их влияние на эффективность производства. Разбивку интервалов, по группам хозяйств, необходимо сделать более мелкой.

Оптимизация уровня концентрации производства проводилась с учетом фактических показателей предприятий Жлобинского района. На основе этих данных были выведены парные нелинейные зависимости между различными уровнями концентрации и показателями эффективности.

Расчет зависимости между затратами на основное производство на гектар и площадью сельскохозяйственных угодий, а также между валовой прибылью на гектар и площадью угодий показал, что наименьшая себестоимость продукции в хозяйстве достигается при площади сельхозугодий 5750 га, а наибольшая прибыль – при 5900 га. Экстремум выявленной зависимости затрат на основное производство на гектар принимает следующий вид: $F(x) = 0,00000009x^2 - 0,001x + 4,667$, где x – площадь сельскохозяйственных угодий, га.; экстремум выявленной зависимости прибыли хозяйства на гектар $F(x) = 0,0000001x^2 + 0,001x - 3,094$. Следовательно, существует диапазон размеров хозяйств, на котором затраты начинают возрастать, а прибыль, как наиболее репрезентативный показатель, продолжает увеличиваться.

Коэффициент соответствия фактических данных (затрат средств на гектар) с теоретическими значениями установил, что превышение затрат ресурсов наблюдается в средних и крупных по размеру хозяйствах. Это объясняется многими причинами (низкое плодородие почв, большие потери продукции, непостоянный учет энергоресурсов, износ техники, несоблюдение агротехнологических требований и др.).

На основе изучения и анализа существующего состояния хозяйств Жлобинского района нами сделаны следующие выводы.

Наибольшими преимуществами обладают крупные (оптимальные по размеру) хозяйства. Именно в крупном сельскохозяйственном предприятии более эффективно используется новейшая современная техника, здесь можно внедрять достижения науки и передового опыта, высокую культуру производства, рациональнее использовать землю, трудовые ресурсы, успешнее осуществлять социальные преобразования.

Для оценки эффективности уровня концентрации необходимо использовать систему результативных и факторных показателей.

Корреляционно-регрессионный анализ методом полиномиальной регрессии позволяет выявить экстремумы параболической модели, которые являются оптимальными параметрами площади сельхозугодий в хозяйстве по различным критериям.

Литература

1. Запольский, М. И. Кооперация и интеграция в аграрном секторе экономики Беларуси / М. И. Запольский ; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 318 с.

2. Крячков, И. О концентрации сельскохозяйственного производства / И. Крячков // Экономист. – 2006. – № 3. – С. 86–89.
3. Филиппов, А. Оценка эффекта масштаба производства в сельском хозяйстве Республики Беларусь / А. Филиппов, Е. Милошевская // Белорус. экон. журн. – 2011. – № 4. – С. 64–72.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Е. А. Якимов Д. М. Ковалев

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

Научные руководители: О. А. Полозова, Т. В. Алферова

Задача снижения расхода электрической энергии на собственные нужды подстанций (ПС) является одним из аспектов общей проблемы по снижению уровня потерь и повышению эффективности работы электроэнергетических систем, которая приобретает в настоящее время все большее значение. Это связано как с увеличением трансформаторной мощности ПС, так и с появлением на ПС сверхвысокого напряжения крупных потребителей электрической и тепловой энергии.

Современные трансформаторы имеют достаточно высокий коэффициент полезного действия, который в зависимости от мощности может достигать 99 % и более. Однако при работе трансформатора часть трансформируемой электромагнитной энергии теряется и выделяется в виде тепла, которое рассеивается в окружающую среду.

Тепловые потери в трансформаторах большой мощности составляют сотни киловатт. Для снижения этих потерь осуществляется целый ряд мероприятий, проводимых как на стадии конструирования и изготовления трансформаторов, так и в процессе их эксплуатации в энергосистемах. Однако тепловые потери трансформаторов и автотрансформаторов можно не только снижать, но и полезно использовать, для целей теплоснабжения.

В зависимости от типа, количества и мощности, установленных трансформаторов, их нагрузки, требуемой тепловой производительности, вида используемого теплоносителя в системе отопления (трансформаторное масло, вода, воздух) и удаленности потребителей могут применяться различные схемы отбора тепла:

- с непосредственной подачей нагретого масла в систему отопления;
- с нагревом воды в масло-водяном теплообменнике;
- с нагревом воды посредством теплового насоса;
- с нагревом воздуха в масло-воздушном теплообменнике;
- с непосредственным отводом нагретого воздуха от охлаждающих радиаторов;
- с нагревом воздуха в водо-воздушном теплообменнике.

В данной научной работе рассмотрена схема отбора тепла с нагревом воды в масло-водяном теплообменнике.

Схема нагрева воды в теплообменнике «масло–вода». Нагретое масло из верхней части бака трансформатора при помощи масляного насоса подается в теплообменник «масло–вода», установленный рядом с трансформатором. В теплообменнике масло отдает тепло воде, которая подается в систему отопления. При допустимой температуре масла 60–65 °С температура воды в теплообменнике достигает 52–58 °С. Наиболее широко, таким образом, тепло потерь используется на подстанциях 110–400 кВ.

Полная теплоотдача бака состоит из теплового потока, отдаваемого поверхностью бака воздуху за счет теплоотдачи и излучения.

В работе произведен расчет выдаваемого тепла для автотрансформатора АТДЦТН 200000/330/110 в соответствии с методикой, приведенной в [1]: рассчитана полная теплоотдача системы охлаждения трансформатора, количество энергии за весь отопительный период, выдаваемой трансформатором, поверхность теплоотдачи, среднее превышение температуры стенки бака над окружающим воздухом, превышение температуры масла вблизи стенки над стенкой бака, температуры масла в верхних слоях.

Количество выделяемого тепла за весь отопительный период системы охлаждения трансформаторов составляет: 2346,2 Гкал. Количество требуемой теплоты для обогрева помещений приведено в таблице.

Количество требуемой теплоты для обогрева помещений

| № п/п | Наименование помещения | Объем помещения, V , м ³ | $t_{вн}$, °С | Q , Гкал |
|--------------|---|---------------------------------------|---------------|------------|
| 1 | Помещение КРУ | 907,2 | 18 | 46,663 |
| 2 | Помещение вводных реакторов | 201,6 | 18 | 10,37 |
| 3 | Щитовое помещение | 294 | 18 | 15,122 |
| 4 | Помещение аккумуляторной батареи | 75,6 | 18 | 3,889 |
| 5 | Тамбур | 10 | 18 | 0,5 |
| 6 | Кислотная | 40 | 18 | 2,057 |
| 7 | Вентиляционное помещение аккумуляторной батареи | 40 | 18 | 2,057 |
| 8 | Помещение конденсаторной батареи | 151,2 | 18 | 7,777 |
| 9 | Отсек реактора компенсирующего устройства | 50,4 | 18 | 2,592 |
| 10 | Вентиляционное помещение вводных реакторов | 100,8 | 18 | 5,184 |
| 11 | Помещение трансформатора собственных нужд | 50,4 | 18 | 2,592 |
| 12 | Служебное помещение | 50,4 | 18 | 2,592 |
| 13 | Помещение дежурного | 25,2 | 18 | 1,296 |
| 14 | Вентиляционное помещение конденсаторной батареи | 35,2 | 18 | 1,296 |
| 15 | Кладовая | 25,2 | 18 | 1,296 |
| 16 | Санузел | 25,2 | 18 | 1,296 |
| 17 | Мастерская для ремонта выключателей | 134,4 | 18 | 6,913 |
| 18 | Помещение рельсового отсоса | 5 | 18 | 0,257 |
| 19 | Коридоры и промежуточные помещения | 294 | 18 | 15 |
| <i>Итого</i> | | | | 145,6 |

Согласно произведенным расчетам, выделяемое тепло системы охлаждения трансформаторов значительно больше, чем требуемая для обогрева помещений.

Стоимость оборудования необходимого для отбора и передачи тепла от системы охлаждения трансформаторов составляет 37456380 р.; годовая экономия условного топлива составляет 25 т у. т./г.; экономический эффект составляет 42806400 р.; срок окупаемости 1,14 года.

Следует отметить, что экономический эффект может быть значительно выше при условии использования теплоты системы охлаждения трансформаторов на нужды горячего водоснабжения, о чем свидетельствуют расчеты количества и параметров выделяемого тепла.

Таким образом, рациональное использование тепла, обусловленного потерями силовых трансформаторов, для покрытия тепловых нагрузок является одним из возможных путей экономии электроэнергии на собственные нужды подстанций. Экономический эффект при этом достигается за счет снижения доли электроэнергии используемой, на покрытие тепловых нагрузок (а в ряде случаев также на охлаждение и обдув трансформаторов) в общем объеме электроэнергии, расходуемой на собственные нужды подстанции.

Для решения вопроса о технико-экономической целесообразности снижения потерь и возможных размеров такого снижения необходимо принимать во внимание такие факторы, как удаленность подстанции от источников централизованного теплоснабжения, соизмеримость потерь тепла трансформаторов и потребностью в этом тепле и т. п., а также на конкретные условия производства и передачи электроэнергии, сложившиеся в рассматриваемом регионе.

Литература

1. Тихомиров, П. М. Расчет трансформаторов / П. М. Тихомиров. – М. : Энергия, 1976. – 544 с.
2. СНБ 2.04.02–2000. Строительная климатология (Изменение № 1 СНБ).
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справ. ; под общ. ред. чл.-корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 632 с. : ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника : Кн. 4).

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ТУРКМЕНИСТАНЕ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. Матьякубов

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

Научные руководители: А. В. Сычев, О. А. Полозова

Традиционная энергетика, основанная на использовании органического топлива, наносит значительный ущерб окружающей среде. При получении энергии за счет сжигания топлива ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается 150 млн т золы, 100 млн т диоксида серы, 60 млн т оксидов азота, 300 млн т окислов углерода, углекислого газа и многих других веществ, которые поглощают длинноволновое излучение, идущее от поверхности Земли. Нахождение в атмосфере этих примесей длится до 120 лет (диоксид серы – 3 дня, углекислый газ – 5 лет, фреон – 50–70 лет, закись азота – 120 лет), а долгосрочное нахождение их может привести к нежелательным глобальным изменениям климата.

Одним из основных загрязнителей (до 50 %) является энергетический комплекс, энергоносителем которого служит органическое топливо. Накопление CO₂ и других газов антропогенного происхождения вызывает «парниковый эффект», который влияет на изменение климата. Перед людьми стал вопрос об использовании безопас-

ных и возобновляемых источников энергии. Поэтому, иницилируя масштабные реформы в области науки, Президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов в качестве одного из приоритетных направлений развития выделил именно альтернативную энергетику.

Выступая в прошлом году на выездном заседании Высшего совета по науке и технике, лидер страны подчеркнул, что в Туркменистане есть все возможности для широкого использования нетрадиционных источников энергии, и государство будет оказывать туркменским ученым всяческое содействие в проведении работ над новыми технологиями в этой области. В июне 2009 г. на заседании Кабинета министров уже были предприняты практические шаги по созданию структурных подразделений академии наук в сфере альтернативной энергетики.

В мире уже накоплен солидный опыт в области нетрадиционных возобновляемых источников энергии и активно разрабатывается несколько самостоятельных направлений и способов их реализации. Это энергия ветра, солнца, рек, геотермальное и гидротермальное тепло, атомная энергия, биогаз. Каждый из этих видов имеет свои особенности, свои плюсы и минусы, но никакой из них сегодня невозможно в полной мере назвать универсальным и применимым абсолютно ко всем странам мира. Поэтому каждое государство проводит собственные научные изыскания с учетом природно-климатических условий своего региона. Именно такая задача стоит сегодня и перед туркменскими учеными.

Специалисты Туркменистана в качестве наиболее перспективных альтернативных источников энергии выделяют солнце и ветер. Если энергию ветра можно использовать в основном в западном и северо-западном районах страны, где присутствует более благоприятный ветровой режим, то энергия солнца в условиях республики Туркменистана доступна повсеместно.

Солнечная энергетика – это высокотехнологичная отрасль науки, для работы в которой необходимы ученые, обладающие специальными знаниями. Поэтому в этом году Высший совет по науке и технике при Президенте Туркменистана совместно с НПО «Гюн» и рядом вузов страны начал разработку учебных планов для курсов по повышению квалификации специалистов в области исследования и практического использования солнечной энергии. В осуществлении этого проекта туркменским ученым оказывают содействие опытные специалисты Горной академии Фрайберга. Благодаря этим курсам в нашей стране начнется целенаправленная подготовка специалистов в области разработки технологий солнечных элементов.

Как известно, 80 % территории Туркменистана занимают пустыня и горы, и в этой зоне проживают около 10 % населения, располагаются хозяйства, занимающиеся отгонным животноводством. Естественно, для каждого небольшого хозяйства проводить отдельные газопроводы или линии электропередачи нецелесообразно. Поэтому жители пустынной зоны в основном снабжаются электроэнергией от дизельных генераторов, топливо для которых завозится автотранспортом из оазисной зоны. По ряду причин этот способ доставки топлива неудобен и всегда зависим от погодных условий. Однако и здесь на помощь может прийти энергия солнца, которой в пустыне имеется предостаточно. В НПО «Гюн» подсчитали, что при существующем КПД солнечных фотоэлементов и среднегодовой интенсивности солнечной радиации, а это 600 Вт на квадратный метр, всю электрическую энергию, производимую электростанциями Туркменистана в течение года – около 14 млрд кВт/ч, можно получить от одной солнечной фотоэлектрической станции, активной площадью в несколько десятков квадратных километров.

Со временем ежегодный энергетический потенциал возобновляемых источников энергии в Туркменистане, оцениваемый на уровне 110 млрд т условного топлива в год, окажется востребованным. Ученые уже подсчитали, что даже сейчас в пустынной части страны, а это свыше 80 % территории, существуют районы, где с экономических, экологических и инвестиционных позиций целесообразно использовать не привозное топливо, а альтернативную энергию.

Природно-климатические условия Туркменистана исключительно благоприятны для широкого использования возобновляемой энергии. Продолжительность солнечного сияния в Туркменистане составляет 2768–3150 ч в год – почти круглогодичная. В то же время в прикаспийской зоне скорость ветра имеет величину, достаточную для устойчивой работы в течение всего года ветряных электростанций. В наличии мощный потенциал, который целесообразно применять в пустынной и горной местности, а также в оазисной зоне, в том числе для горячего водоснабжения, обеспечения электроэнергией бытовых приборов, автономного питания радиотелефонов дорожной полиции и охранных служб, освещения дорожных знаков и указателей. В работе рассмотрена возможность использования солнечной электростанции мощностью 3 кВт. Заводом-изготовителем предлагается следующий состав основного оборудования: солнечная панель OM6PV230 с номинальной мощностью 230 Вт – 12 шт., сетевой инвертор GT-3000 максимальной мощностью 3500 Вт – 1 шт, устройства защитной автоматики – зависит от уровня подключения.

Выходные параметры установки: максимальная мощность – 3510 Вт, диапазон выходных напряжений – 198...256 В, диапазон выходных частот – 47,5...50,2 Гц, максимальный выходной ток – 13 А.

Стоимость основного оборудования: солнечная панель OM6PV230-12iht – 7452 дол. США, инвертор GT3000 – 1 шт. – 1995 дол. США. Таким образом, стоимость установки 9447 дол. США.

Годовая выработка электрической энергии определяется следующим образом:

$$W_{\text{раб.бат}} = T_{\text{раб.бат}} \times P_{\text{бат}},$$

где $T_{\text{раб.бат}}$ – число рабочих часов в году солнечных панелей, для республики Туркменистан он составляет 3100 ч; $P_{\text{бат}}$ – мощность солнечных панелей, 3 кВт.

$$W_{\text{раб.бат}} = 3100 \times 3 = 9300 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Годовая стоимость вырабатываемой электрической энергии определяется по выражению:

$$C = W_{\text{раб.бат}} \times b_{\text{акт}},$$

где $b_{\text{акт}}$ – цена за 1 кВт · ч электроэнергии, который равен 0,14035 дол. США.

$$C = 9300 \times 0,14035 = 1305,255 \text{ дол. США}$$

Срок окупаемости проекта составил:

$$T_{\text{окуп}} = 9447/1305,255 = 7,23 \text{ лет.}$$

Таким образом, использование солнечных панелей позволяет ежегодно экономить 1,14 т у. т./год, и в атмосферу земли будет меньше выбрасываться:

- 26 кг окислов углерода;
- 7,8 кг оксидов азота;
- 5,2 кг диоксидов серы.

Данная солнечная установка может найти широкое применение для электрообеспечения потребителей небольшой мощности, удаленных от источников производства электроэнергии, электрификация которых требует сооружения электрических сетей. Капитальное вложение в объект электрических сетей с низкой плотностью населения является экономически неэффективно. Из-за относительно небольшой величины солнечной постоянной для солнечной энергетики требуется использование больших площадей земли под электростанции (например, для электростанции мощностью 1 ГВт это может быть несколько десятков квадратных километров). Однако этот недостаток не так велик (например, гидроэнергетика выводит из пользования больших участков земли). К тому же фотоэлектрические элементы на крупных солнечных электростанциях устанавливаются на высоте 1,8–2,5 м, что позволяет использовать земли под электростанцией для сельскохозяйственных нужд, например, для выпаса скота.

Литература

1. Бринкворт, Б. А. Солнечная энергия для человека / Б. А. Бринкворт ; пер. с англ. В. Н. Оглоблева ; под ред. и предисл. Б. В. Тарнижевского. – М. : Мир, 1976. – 291 с.
2. Мейтин, М. Фотовольтаика: материалы, технологии, перспективы / М. Мейтин. – 2010. – Режим доступа: <http://turkmenexpo.ru>.

ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

И. В. Малынова

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

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Основное направление инвестиционной деятельности для агропромышленного комплекса Республики Беларусь – привлечение прямых государственных и иностранных инвестиций. Это объясняется большим износом основных фондов большинства предприятий страны. В связи с этим необходимо привлекать инвесторов, которые будут иметь долгосрочный интерес к хозяйственной деятельности в Беларуси, т. е. привлечение стратегических иностранных инвесторов. Для привлечения подобных инвесторов необходимо обладать относительно более дешевой по сравнению с другими странами квалифицированной рабочей силой, научно-техническим потенциалом, обладать хорошей производственной инфраструктурой, занимать удобное для инвестора географическое положение, иметь емкий рынок конечной продукции. Республика Беларусь в той или иной степени обладает этими условиями.

Однако существует и ряд факторов,стораживающих, а иногда и отталкивающих иностранных инвесторов. К ним можно отнести:

- нестабильность валютного режима;
- низкая покупательская способность населения;
- снижение активной деятельности некоторых промышленных предприятий;
- неопределенность политики приватизации.

В связи с этим инвестиционная активность проявляется лишь в отраслях с быстрой отдачей и практически отсутствуют долгосрочные инвестиционные проекты.

Процесс инвестирования в агропромышленном комплексе, как показывает анализ, отличается довольно низким уровнем развития, что обусловлено рядом причин: долгосрочный характер данных инвестиций, высокий риск, отсутствие достаточного опыта и готовой модели, подходящей для нашей страны и каждого конкретного региона.

Создание инвестиционного климата в агропромышленном комплексе республики является одним из приоритетных направлений аграрной политики. С точки зрения инвестиционной политики, выход из сложившейся ситуации заключается в решении трех основных проблем:

Во-первых, нужно увеличить объемы бюджетной поддержки развития инвестиционных процессов аграрном секторе с доведением уровня финансирования до 50–75 % стоимости реализованной продукции.

Во-вторых, обеспечить формирование соответствующей условиям рыночной экономики банковской системы, ориентированной на удовлетворение интересов с/х товаропроизводителей и способной предоставить клиентам спектр операций и услуг. Решение проблем невозможно без создания системы контроля за инвестициями, подготовки соответствующих кадров.

В-третьих, создать условия для инвестирования негосударственными отечественными и зарубежными структурами.

Согласно данным, опубликованным Национальным комитетом статистики Республики Беларусь, за 2011 г. в реальный сектор экономики (за исключением банковской сферы) иностранные инвесторы вложили 90845,2 млрд р., что на 64 % больше аналогичного показателя за предыдущий год: в 2010 г. он составил 55380,8 млрд р. Большая часть поступлений (38,4 %) приходится на транспорт, далее следуют промышленность (30,3 %) и общая коммерческая деятельность по обеспечению функционирования рынка (15,9 %) (рис. 1).

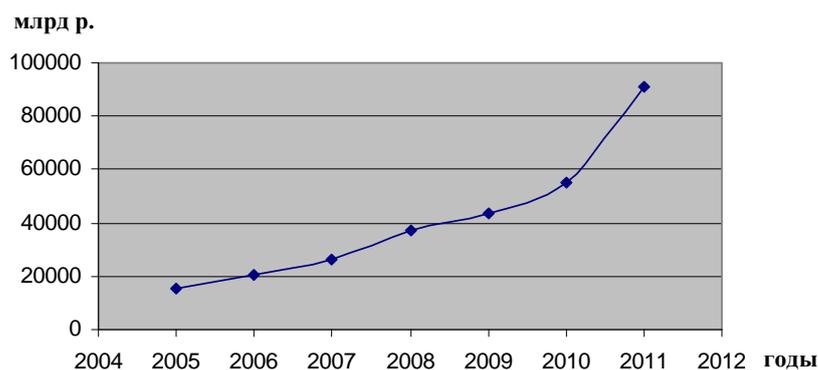


Рис. 1. Инвестиции в основной капитал

Основными источниками поступления иностранных инвестиций являются Россия (65,3 %), что обусловлено тесными экономическими связями с данным государством, Австрия (10 %) и страны, являющиеся оффшорными зонами (около 10 %). Подобные цифры свидетельствуют о возможности существенного усиления зависимости экономики Беларуси от Российской Федерации (рис. 2).

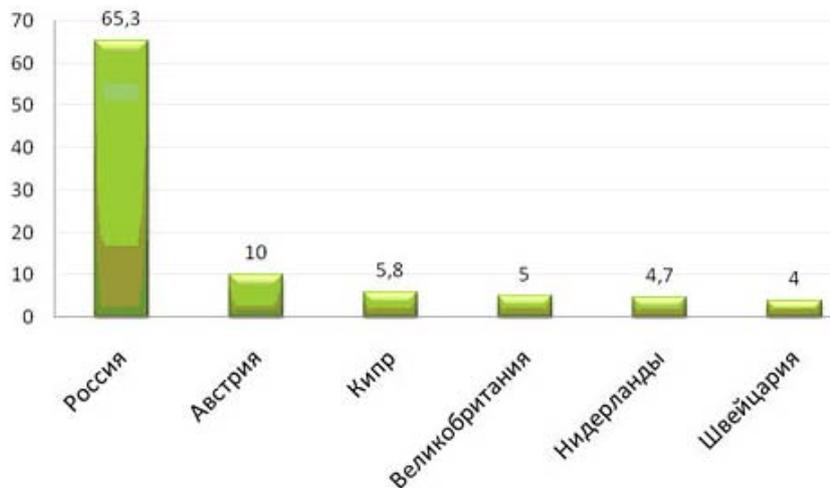


Рис. 2. Структура поступления иностранных инвестиций по странам-инвесторам, %

Одним из важнейших подкомплексов АПК является картофелепродуктовый подкомплекс. На реконструкцию и переоснащение предприятий по переработке картофеля и создание сырьевых зон в 2011 г. было направлено Вг29 млрд, что на 35 % больше запланированного.

Большую часть этих средств – Вг23 млрд – составили кредиты банков, около Вг1 млрд направлено из республиканского бюджета, порядка Вг3 млрд составили собственные средства, а Вг1,6 млрд выделено из инновационного фонда концерна «Белгоспищепром». Благодаря выделенным средствам в 2011 г. завершено строительство нового завода в Гродненской области и проведено техническое переоснащение линии по производству сухого картофельного пюре в ОАО «Машпищепрод». Проводились также работы по модернизации на Сновском крахмальном заводе РУП «Минск Кристалл», филиале – крахмальном заводе КСУП «Дзержинский-Агро».

В Гродненской области в августе 2011 г. завершена реализация крупного инвестиционного проекта по строительству нового крахмального завода в деревне Ляда Мостовского района. На завершение строительства в 2011 г. направлено Вг23,4 млрд, что составляет 145,3 % к запланированным к освоению. В ОАО «Машпищепрод» собственными силами проведена модернизация существующих цехов по переработке картофеля. Всего на выполнение работ затрачено Вг3,4 млрд, или 113,8 % к заданию программы. Проведена модернизация хранилища и закуплена сельскохозяйственная техника для возделывания картофеля.

Из вышеперечисленного следует, что условия для инвестирования в АПК не достаточно сформированы и их следует развивать.

Таким образом, целесообразно делать упор не на количество привлеченных инвестиций, а на их качество, структуру, т. е. предпочтения необходимо отдавать лишь тем инвестициям, которые смогут принести в агропромышленный комплекс реальный иностранный капитал, инновации и новые технологии.

Литература

1. Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>.
2. Дашкевич, Ю. В. Надежда на иностранных инвесторов / Ю. В. Дашкевич // Директор. – 2012. – 3 (153). – С. 15–16.

Секция VIII МАРКЕТИНГ

МАРКЕТИНГОВЫЕ СТРАТЕГИИ ВЫВОДА НА НОВЫЕ РЫНКИ ПРОДУКЦИИ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М. С. Назарова

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

Научный руководитель М. И. Запольский

Известно, что сбытовая деятельность характеризуется появлением новых рыночных каналов, товаропроизводитель в сложившихся условиях должен развивать новые альтернативные пути выхода на рынки, что довольно затруднительно при существующей несовершенной информационной базе.

Маркетинг на мясоперерабатывающих предприятиях имеет принципиальные отличия от аналогичных систем в других отраслях АПК. Наличие временного лага между производством сельскохозяйственного сырья и реализацией готовой продукции, а также отсутствие современных мощностей для длительного хранения вынуждают мясопереработчиков продавать продукцию в ограниченный период времени, не имея достаточных возможностей для маневра и поиска более выгодных каналов реализации.

Переход к рыночной экономике требует от производителей глубокого изучения рыночной конъюнктуры, анализа деятельности конкурентов, выбора каналов реализации продукции, совершенствование каналов сбыта продукции, повышение уровня товарности и улучшения ее качества, развитие маркетинговой деятельности. Для того чтобы успешно конкурировать на внутреннем и на внешних рынках, нами предлагается совершенствование маркетингового механизма сбыта продукции, который предусматривает усиление работы функционирующих и организацию новых структур, целенаправленно занимающихся поиском, анализом и мониторингом как внутреннего, так и внешнего рынков, формированием спроса на продукцию посредством рекламы и других направлений.

Для улучшения реализации мясоперерабатывающей продукции нами предлагается создание разветвленной сбытовой сети, включая как оптовую, так и розничную. Создание данной сети поможет товаропроизводителям охватить основное направления маркетинговой стратегии как совершенствование систем продвижения и сбыта продукта.

Следует признать, что рыночные условия хозяйствования стимулируют предприятия развивать и постоянно совершенствовать сбытовую систему. Для нормального функционирования необходимо не только производить продукцию в достаточных количествах, важно ее выгодно реализовать, для этого целесообразно перейти от производственно-сбытовой ориентации к маркетинговой.

Для решения этой проблемы нами предлагается сформировать адаптивную маркетинговую стратегию на предприятии, которая позволит усовершенствовать сбытовой механизм, опора на который позволит товаропроизводителям выйти на новые рынки (табл. 1).

Очевидно, что применение данных стратегий приобретает исключительно большое значение в условиях глобализации экономики и предполагает формирование адекватного механизма их реализации, который включает в себя систему ценообразования, стимулирования спроса, коммуникаций, единых подходов к прогнозированию и планированию хозяйственной деятельности в рамках как корпоративных объединений, так и хозяйствующих субъектов в рамках единой производственной системы.

Типы стратегии и меры по выводу на новые рынки продукции мясоперерабатывающего предприятия

| Тип стратегии | Текущая стратегия | Новая стратегия |
|-------------------------------|------------------------|--|
| Стратегия конкуренции | Дифференциация | Фокусирование на приоритетных клиентских и продуктовых сегментах, дифференциация внутри них за счет лучшего ассортимента предложения и высокого уровня услуг |
| Стратегия продукта | Ситуационное поведение | Наступательная стратегия на приоритетных сегментах, стратегия сокращения на остальных сегментах |
| Стратегия продвижения и сбыта | Ситуационное поведение | Наступательная стратегия на приоритетных сегментах, стратегия закрепления на занятых сегментах |

Примечание. Собственная разработка.

На основании предложенных маркетинговых стратегий нами предлагается создание на рынке мяса **оптово-сбытовых распределительных центров**, которые могут оказывать значительно большее количество услуг, чем хладокомбинаты – по физическому хранению и перемещению грузов, по рационализации товарных потоков – быстрому распределению партий по торговым точкам собственным транспортом.

Полагаем, что создание данных центров позволит усовершенствовать инфраструктуру рынка мяса, для комплексного снабжения предприятий и организаций социальной сферы, розничной торговли и общественного питания, поддерживать стабильные отношения с поставщиками на взаимовыгодных условиях, осуществлять мониторинг рыночной ситуации, информационный анализ и поддержку управленческих решений, проводить глубокую и гибкую политику в области формирования цены и продвижения товаров на рынок.

Помимо основных услуг, на оптово-сбытовых распределительных центрах предлагается ввести дополнительные услуги: сертификация товара; оформление ветеринарных разрешений; формирование групп товаров в паллеты, стопы, поддоны; проведение дефростации товара (контроль качества); предоставление услуг для стоянки и мелкого ремонта автотранспорта; таможенное оформление груза; услуги складов временного хранения.

В процессе исследования нами установлено, что эффективное функционирование оптово-сбытовых распределительных центров определяется использованием следующих направлений:

1. Создание инфраструктуры оптовой торговли для создания страховых запасов и резерва мясной продукции, и оптового рынка продовольствия.

2. Формирование оптимального объема и структуры производства продукции предприятий, адаптированной к условиям хозяйствования и конъюнктуры рынка.

3. Использование оптово-сбытового распределительного центра позволяет существенно сократить временной интервал на всех стадиях движения сырья и продуктов его переработки.

4. Распределение и сбыт произведенной продукции, закупки требуемых для производственного процесса сырья и материалов. Транспортировка, складирование и хранение товара.

5. Проведение маркетинговых исследований и сбор соответствующей информации. Сегментация потребительского рынка. Рекламные мероприятия.

6. Установление непосредственных контактов с конечными покупателями продукции, проведение переговоров, подготовка и заключение контрактов купли-продажи. Поиск потенциальных поставщиков и сокращение сроков оформления договорных отношений, сопутствующих документов и взаиморасчетов. Установление обратной связи с покупателями для обеспечения соответствия услуг потребностям покупателей.

7. Создание магазинов-складов для обслуживания предприятий розничной торговли и общественного питания.

8. Возможность предоставления определенных скидок в зависимости от объема.

9. Совершенствование форм электронной оптовой торговли агропродовольственной продукцией. Современные Интернет-технологии приводят к резкому, многократному удешевлению операций поиска альтернатив на рынке и расширяют конъюнктуру глобального рынка.

10. Создание стимулирующих условий для привлечения региональных поставщиков сельскохозяйственной продукции.

КОНКУРЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТЬ НА РЫНКЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ТОВАРОВ

О. С. Воробей

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

Научный руководитель И. В. Торская

Лояльный клиент – мечта и цель любой компании. Именно такой потребитель дает неоспоримое конкурентное преимущество фирме по отношению к ее соперникам. Сформировать потребительскую лояльность можно только через понимание клиентом повышенной ценности от приобретаемого товара.

В рыночной экономике купля-продажа товаров должна являться процессом взаимовыгодным: как со стороны продавца, так и со стороны покупателя. Продавец должен, прежде всего, оценить целесообразность своего присутствия на рынке, сравнив свою продукцию с аналогами конкурентов, а покупатель – выбрать наиболее оптимальное предложение, базируясь на оценке ощущаемой ценности приобретаемого товара.

Одним из главных и сложных аспектов понятия потребительской ценности является сочетаемость несоизмеримых, но неотъемлемых характеристик, которые и предопределяют ценность. Объединить такие разноразмерные характеристики одним интегральным показателем можно с помощью метода «профилей», описанным в работе д-ра техн. наук, проф. А. Х. Фасхиева [1]. «Профилем» качества изделия называется графическое изображение выбранных по определенным правилам технико-экономических показателей (ТЭП). «Профиль» изделия может быть использован для

оценки его уровня качества путем сравнения «профилей» конкурентных изделий, построенных на том же оценочном поле. Необходимо отметить, что величина коэффициента качества зависит от выбора порядка расположения показателей качества, что в свою очередь зависит от конкретных требований потребителя к продукции.

Рассмотрим положение ОАО МАЗ в сравнении с главными конкурентами из стран СНГ – ОАО «Павловский автобус» (Россия) и ОАО «Автомобильный завод «Богдан» (Украина) применительно к такой продукции, как городские автобусы среднего класса. В табл. 1 приведены основные технико-экономические параметры анализируемой модели (МАЗ 256200) и ее аналогов (ПАЗ 4230-01 и Богдан А092.2).

Таблица 1

Основные технико-экономические параметры конкурентов

| Параметры | МАЗ-256200 | ПАЗ 4230-01 | Богдан А092.2 |
|--|------------|-------------|---------------|
| 1. Пассажировместимость общая, человек | 43 | 54 | 46 |
| 2. Мощность двигателя, л. с. | 155 | 136 | 145 |
| 3. Колесная база, мм | 4200 | 3600 | 3815 |
| 4. Высота потолка в салоне, мм | 1970 | 1960 | 1950 |
| 5. Радиус разворота, м | 8 | 7,7 | 8 |
| 6. Масса снаряженная, кг | 7400 | 6400 | 5000 |
| 7. Емкость топливного бака, л | 130 | 105 | 105 |
| 8. Расход топлива на трассе, л/100 км | 18 | 19 | 17,5 |
| 9. Максимальная скорость, км/ч | 110 | 90 | 120 |

При построении «профиля» оценочное поле: делится на $(n - 1)$ равных частей, где n – число ТЭП, выбранных исходя из предпочтений потребителей. Каждый ТЭП объекта откладывается на делительной шкале, причем чем больше значение показателя, тем правее он располагается на делительной шкале. При этом чем больше площадь «профиля», тем выше качество объекта. В табл. 2 представлены «профили» трех моделей городских автобусов среднего класса.

Таблица 2

«Профили» сравниваемой продукции

| Номер параметра | Нижняя граница | МАЗ-256200 | ПАЗ 4230-01 | Богдан А092.2 | Верхняя граница |
|-----------------|----------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1 | 40 | | | | 60 |
| 2 | 130 | | | | 160 |
| 3 | 3500 | | | | 4300 |
| 4 | 1940 | | | | 1980 |
| 5 | 9 | | | | 7 |
| 6 | 8000 | | | | 5000 |
| 7 | 100 | | | | 130 |
| 8 | 19 | | | | 17 |
| 9 | 80 | | | | 120 |

Согласно данному методу, коэффициент качества автобуса марки МАЗ-256200 равен 1,745, ПАЗ 4230-01 – 1,537, Богдан А092.2 – 1,390.

Каждому значению интегрального показателя качества соответствует определенная цена, т. е. общественно установленная потребительская ценность товара или его «красная» цена. В свою очередь, запас конкурентоспособности продукции определяется как разность между «красной» и фактической ценами товара. В табл. 3 представлены расчетные значения вышеуказанных показателей.

Таблица 3

Сравнение показателей товаров-аналогов

| Показатели | МАЗ-256200 | ПАЗ 4230-01 | Богдан А092.2 |
|---------------------------------------|------------|-------------|---------------|
| Рыночная цена, дол. США | 48470 | 47100 | 45000 |
| «Красная» цена, дол. США | 48740 | 46691 | 45239 |
| Конкурентоспособность изделия | 1,006 | 0,991 | 1,005 |
| Запас конкурентоспособности, дол. США | 270 | -409 | 239 |

Запас конкурентоспособности показывает, с одной стороны, недоплаченную (переплаченную) покупателем сумму за товар, с другой – потенциальные возможности изменения цены товара с целью приведения ее к потребительской цене. Таким образом, по сравнению с анализируемыми конкурентами, МАЗ располагает наибольшим запасом конкурентоспособности и имеет больший потенциал расширения доли рынка фирмы. В свою очередь у ПАЗа существует реальная опасность потерять определенную долю, так как он использует неэффективную ценовую политику.

Любая фирма стремится донести до своего потребителя неоспоримую выгоду от своего товара по сравнению с аналогами. Важнейшими критериями этого являются доступность, наглядность и персонализированность информации. Инструментом, реализующим в себе все эти характеристики, может быть «калькулятор ценности», размещенный на официальном сайте компании. Этот инструмент представляет собой прикладную программу с использованием электронных таблиц. Такой подход был предложен экспертами в области маркетинга Дж. К. Андерсоном, Н. Кумаром и Дж. А. Нэрусом [2]. Поставщику требуется заранее убедить потенциальных клиентов в том, что они могут ожидать большей экономии затрат или добавленной стоимости от торгового предложения поставщика в сравнении с ближайшей альтернативой. При этом любой заинтересованный клиент может зайти на сайт и путем ввода в специальные строки своих собственных данных подсчитать и оценить выгоду от приобретения конкретного товара, сравнив полученные данные с аналогичными значениями у товаров-конкурентов. В табл. 4 представлен пример возможной формы «калькулятора ценности» для городских автобусов среднего класса.

В разделе «фактические расходы на одну машину» содержатся неизменные данные поставщика, обусловленные конструктивными особенностями продукции каждого конкурента. А в раздел получаемого дохода от одной машины данные вводятся непосредственно потребителем, который исходит из характеристик своей деятельности. Таким образом, программа автоматически вычисляет суммарную потенциальную выручку с одного автобуса за срок эксплуатации и необходимые затраты, что в конечном итоге определяет потенциальный доход с одного автобуса.

«Калькулятор ценности»

| Показатель | Значения | | |
|---|----------------|-----------------|-----------------|
| | МАЗ-256200 | ПАЗ 4230-01 | Богдан А092.2 |
| Доход, получаемый от одной машины за 10 лет эксплуатации автобуса | | | |
| <i>Введите</i> пассажироместность автобуса, человек | 43 | 54 | 46 |
| <i>Введите</i> стоимость проезда, дол. США | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| <i>Введите</i> среднее количество перевозимых пассажиров в сутки | 205 | 243 | 215 |
| <i>Введите</i> коэффициент выхода автобуса на линию | 0,92 | 0,85 | 0,91 |
| <i>Введите</i> количество дней работы в месяц | 25 | 25 | 25 |
| Потенциальная выручка с автобуса за срок эксплуатации (10 лет), дол. США | 141450 | 154912,5 | 146737,5 |
| Фактические расходы на одну машину за 10 лет эксплуатации автобуса | | | |
| Топливо | 72121,2 | 114545,5 | 84848,5 |
| Масла | 3583,5 | 6260,6 | 4215,9 |
| Запасные части и материалы | 770,0 | 1190,0 | 770,0 |
| Шины | 5950,0 | 5950,0 | 5950,0 |
| Затраты на техническое обслуживание и ремонты | 4200,0 | 6784,6 | 4690,0 |
| Итого эксплуатационных затрат за 10 лет, дол. США | 86624,7 | 134730,7 | 100474,4 |
| Потенциальный доход с одного автобуса за срок эксплуатации, дол. США | 54825,3 | 20181,8 | 46263,1 |

Для большей наглядности на рис. 1 представлены расходы и потенциальные доходы от эксплуатации каждой модели.

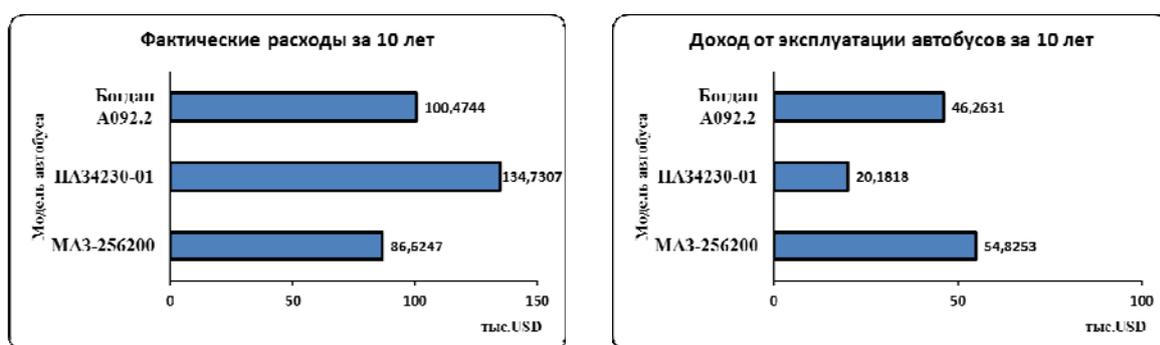


Рис. 1. Расходы и потенциальные доходы от эксплуатации каждой модели

Таким образом, потребитель, исходя из своих личных требований, может сразу оценить наиболее выгодное предложение и сделать обоснованный выбор.

Литература

1. Фасхиев, Х. А. Оценка экономической эффективности качества и конкурентоспособности изделий / Х. А. Фасхиев // Вестн. машиностроения. – 2000. – № 10. – С. 59–66.
2. Андерсон, Джеймс К. Продавцы ценности: как добиться увеличения продаж на рынках B2B, не прибегая к снижению цен: перевод с английского / Джеймс К. Андерсон, Нирмалья Кумар, Джеймс А. Нэрус ; пер. с англ. – Минск : Гревцов Паблишер, 2009. – 239 с.

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ
В СОВРЕМЕННЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ****А. Н. Молош***Бобруйский филиал Учреждения образования «Белорусский государственный
экономический университет»*

Научный руководитель Е. Г. Тесова

С переходом экономики Республики Беларусь к рыночному механизму хозяйствования конкурентоспособность продукции отечественных предприятий рассматривается как основной критерий жизнеспособности и результативности их деятельности, при этом показателем конкурентоспособности продукции становится ее превосходство над товарами-конкурентами, способность и полнота удовлетворения потребностей потребителей, соответствие требованиям и стандартам мирового рынка.

Для повышения конкурентоспособности продукции в Республике Беларусь необходимо комплексное осуществление следующих мер: определение оптимальной номенклатуры продукции, повышение ее качества с учетом потребностей рынка; развитие системы сбыта и маркетинга; совершенствование технологии производства изделий.

Анализ теоретических источников, исследующих проблему конкурентоспособности продукции в современных экономических условиях (И. Иванов, П. Серенков, В. Соломахо, В. Романчак и др.), показал, что в рыночной системе хозяйствования конкурентоспособность продукции одна из ключевых многоаспектных экономических категорий, так как в ней концентрированно выражаются экономические, научно-технические, производственные, организационно-управленческие, коммерческие и иные возможности не только отдельной организации, но и экономики страны в целом, реализуемые в товарах и услугах, способных противостоять аналогам как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Важной составной частью конкурентоспособности продукции является уровень затрат потребителя за время его эксплуатации. Производство и реализация конкурентоспособных товаров – обобщающий показатель эффективного использования предприятием финансового, производственного и трудового потенциала организации.

Проблема конкурентоспособности продукции для маркетологов имеет стратегическое значение. Она связана с прогнозированием объемов выпуска продукции, потребностей потребителей и их особенностей, перспективами развития технического уровня производства, качеством продукции. Актуально и важно проведение анализа текущей конкурентоспособности и разработка путей повышения конкурентоспособности продукции на перспективу.

Рассмотрим проблему повышения конкурентоспособности продукции на примере ОАО «Бобруйскагромаш», главным направлением концепции деловой и рыночной активности которого в настоящее время является производство новых видов техники на основе внедрения интенсивных технологий в сельскохозяйственном про-

изводстве. Показатели финансово-хозяйственной деятельности ОАО «Бобруйскагро-ромаш», в динамике за 2010–2012 гг. (табл. 1), свидетельствуют о стабильности работы предприятия.

Таблица 1

**Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности
ОАО «Бобруйскагро-ромаш» за 2010–2011 гг. и 2012 г. (прогноз)**

| Наименование показателей | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. |
|--|---------|---------|---------|
| Годовой объем производства в натуральном выражении, шт. | 7102 | 8237 | 8341 |
| Годовой объем производства в стоимостном выражении (в действующих ценах без НДС и налогов), млн р. | 275283 | 445980 | 620110 |
| Выручка от реализации продукции, всего, млн р. | 281129 | 493600 | 662464 |
| Объем экспорта, тыс. дол. | 28986 | 41300 | 48040 |
| Темп роста, % | 175,1 | 142,5 | 116,3 |
| Объем импорта, тыс. дол. | 20907,9 | 33194,1 | 33625 |
| Темп роста, % | 156,8 | 158,8 | 101,3 |
| Темп роста производительности труда (в сопоставимых ценах), % | 102,2 | 100,3 | 101,8 |
| Среднемесячная заработная плата, тыс. р. | 1375,6 | 2163,7 | 2956,6 |
| Рентабельность продаж, % | 16,7 | 15,5 | 11,0 |

Примечание. Данные предприятия.

Анализ товарной политики ОАО «Бобруйскагро-ромаш» выявил, что:

– начиная с 90-х гг. XX в., произошло полное переупорядочивание структуры выпускаемой продукции с узкой специализации (двух типов машин) на производство различной техники (свыше тридцати наименований) для агропромышленного комплекса;

– предприятие сохранило позиции на внутреннем и внешнем рынках как поставщик сельскохозяйственной техники и запасных частей к ней;

– основная номенклатура продукции включает: пресс-подборщики, грабли, косилки, занимающие более 80 % товарного выпуска ОАО «Бобруйскагро-ромаш»;

– производимая продукция по некоторым показателям, таким как право замены изделий, гарантийный срок, форма сбыта (развитая дилерская сеть и оптовые продажи), находится на уровне основных конкурентов: российских предприятий – ООО «Запагро-ромаш», ОАО «Бежецксельмаш» и отечественного – ПО «Гомсельмаш»;

– по ценовым параметрам основная номенклатура предприятия превосходит аналоги на 15–20 %.

Повышение конкурентоспособности продукции ОАО «Бобруйскагро-ромаш» без потери ценовых преимуществ, т. е. увеличение цены, связано с усовершенствованием основных технических показателей и параметров продукции.

Анализ конкурентоспособности пресс-подборщика ПР-Ф-145, выпускаемого ОАО «Бобруйскагро-ромаш», и его аналога ПВР-400, производства г. Рязань, РФ, показал, что при более низкой цене пресс-подборщик ПРФ-145 уступает аналогу ПВР-400 по таким параметрам, как производительность тонн в час; плотность прессования; качество измельчения травы; масса рулона; наработка на отказ; гигиенические показатели; степени безопасности; степени давления на почву.

Для повышения уровня конкурентоспособности пресс-подборщика ПР-Ф-145 предприятием внесены конструктивные изменения: 1) оснащение системой автоматизированного контроля (САК), данная система устанавливается с целью сигнализации; 2) оснащение электрическим приводом подачи шпата. Эти меры позволяют улучшить качество продукции, тем самым повысить производительность пресс-подборщика на 5–8 % за счет улучшения условий труда механизатора.

В настоящее время с целью превышения конкурентоспособности продукции по эстетическим показателям (внешний вид) и показателям долговечности (антикоррозионная стойкость покрытия) на предприятии принят к разработке комплекс окрасочного оборудования – «Создание новых лакокрасочных с пониженной температурой формирования пленки, увеличенным сроком службы покрытия и энерго- и ресурсосберегающего оборудования с высокой степенью очистки для его нанесения на стальные конструкции сельскохозяйственной техники». Расчет денежных средств, связанных с реализацией комплекса, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Расчет денежных средств, направленных на реализацию комплекса окрасочного оборудования в 2012 г., млн р.

| Виды работ | Стоимость |
|---|-----------|
| Приобретение окрасочного аппарата безвоздушного распыления | 10 |
| Выполнение проектных работ, приобретение и монтаж оборудования для окрасочной линии | 4200 |
| <i>Итого</i> | 4210 |

Примечание. Собственная разработка на основе данных предприятия.

Используя методику расчета возврата вложенных инвестиций (ROI), нами определен пессимистичный, реалистичный и оптимистичный прогнозы от внедрения комплекса окрасочного оборудования (табл. 3).

Таблица 3

Пессимистичный, реалистичный и оптимистичный прогнозы от внедрения комплекса окрасочного оборудования, млн р.

| Прогнозы | % увеличения прибыли | Прибыль, полученная от реализации продукции | Прибыль, полученная от внедрения комплекса окрасочного оборудования | Прибыль после внедрения комплекса окрасочного оборудования |
|------------------------|----------------------|---|---|--|
| Пессимистичный прогноз | 0 | 24840 | 0 | 24840 |
| Реалистичный прогноз | 7 | 24840 | 1738,8 | 26578,8 |
| Оптимистичный прогноз | 15 | 24840 | 3726 | 28566 |

Примечание. Собственная разработка.

Проведенные расчеты показывают достаточно высокие показатели возврата вложенных инвестиций. Следовательно, внедрение комплекса окрасочного оборудования на ОАО «Бобруйскагромаш» является экономически эффективным.

Внедрение данного оборудования позволит увеличить гарантийный срок эксплуатации продукции, повысить надежность и долговечность изделий: пресс-подборщика ПР-Ф-145 и других серийно выпускаемых машин – косилки КДН-210, граблей ГВР-630.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АРОМАТИЗАЦИИ ТУРИСТСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПОТЕРИ КЛИЕНТОВ

Е. А. Макария

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Большинство туристских организаций, функционирующих на белорусском рынке, располагаются в небольших офисах, которые находятся либо на задворках, либо в подвальных помещениях, либо в арендуемых комнатах, что может отнять у организации клиентов, одни из которых просто до него не дойдут, свернув в другие туристские агентства, попавшиеся на пути, а другие не решатся приобрести путевку в организации, офис которой имеет подобное размещение. В данном случае необходимо заняться поиском новых решений, способных привлечь туристов в организацию.

Поправить ситуацию может не только яркая, интуитивно понятная система вывесок и внутреннее обрамление офиса, но и набирающая на сегодняшний день широкую популярность специальная ароматизация воздуха помещений, т. е. применение аромадизайна, вытекающего из аромамаркетинга.

Аромамаркетинг – это направление маркетинга, основывающееся на использовании различных запахов и ароматов с целью стимулирования продаж, продвижения товара на рынке и благоприятного влияния на покупателя [1].

Аромадизайн как инструмент аромамаркетинга – это вид профессиональной деятельности, возникший на стыке дизайна интерьеров, профессиональной ароматерапии и маркетинга и представляющий собой целый комплекс мероприятий, создающий специальную ароматическую атмосферу, стимулирующую те или иные эмоции человека [6].

Туристская организация может использовать одно из направлений аромадизайна в зависимости от поставленных задач и имеющегося бюджета: наполнение пространства стандартным ароматом на выбор или профессиональный подбор аромата исходя из анализа особенностей; сезонную ароматизацию офиса; создание запланированной ассоциативной связи определенного аромата с организацией для ее идентификации услуг.

Научно доказано, что информация, воспринимаемая органами обоняния человека, оказывает самое непосредственное и незамедлительное влияние на принятие решений по сравнению с остальными органами чувств человека. Ученые установили, что запах является мощнейшим средством воздействия на эмоции, внимание и память человека.

Сознательно на запах при покупке ориентируется 20 % респондентов, следовательно, 80 % покупателей неосознанно ориентируются на запах [3]. Запах рождает

ощущения, которые разум не может контролировать. Благодаря аромату, человек неосознанно решает, чувствует ли он себя комфортно или нет там, где находится. Если в помещении витает манящий запах, то рожденные эмоции заставят задержаться и вызовут определенные желания.

Сам процесс ароматизации предполагает использование искусственно синтезированных отдушек, которые воздействуют на человека по принципу ассоциаций. Практически нет такого запаха, который нельзя было бы воссоздать в лабораторных условиях.

Ароматические композиции, состоящие из синтетических компонентов, идентичны натуральным эфирным маслам, но в отличие от них исключают возможность аллергии либо неэтических воздействий на клиента.

Для ароматизации помещений туристских организаций лучше всего использовать такие ароматы, как «тропический», «кокоманго», «солнце, песок и кокос», «кокос», «морской», а также различные ароматы фруктов («арбуз», «киви», «грейпфрут», «ананас», «манго»).

Экзотические ароматы тропического леса, запахи морского побережья или горных троп переносят клиентов в далекие страны и любимые места отдыха. Аромат кокосового молока – наиболее популярный в этом сегменте.

Для оптимального воплощения различных идей аромадизайна используется довольно широкий спектр оборудования. Сейчас на рынке ароматизации можно подобрать оборудование для любого бюджета.

Поскольку офисы туристских организаций небольшие по размеру, то эффективным будет использование компактного диспенсера «Spring Air» (рис. 1).



Рис. 1. Автоматический (электронный) ароматизатор воздуха «Spring Air»

Режим работы прибора можно настроить в соответствии с любыми требованиями. «Spring Air» оснащен блоком управления, который позволяет задать время включения и выключения прибора, интервалы между вспрысками, перерывы в работе. Есть возможность настроить отдельную программу работы для каждого дня недели. Также прибор может работать по разным программам в течении одного дня. Его отличает высокая экономичность и точность регулировки параметров ароматизации. В качестве сменного картриджа в диспенсере «Spring Air» используется специальный баллон с аэрозолем.

Технология распространения аромата проста: баллон помещают в аромашину, диспенсер программируют на нужный режим работы, и с установленной периодичностью аромат дозированно выбрасывается в воздух в виде незримого облака, которое равномерно распределяется в объеме помещения, создавая ароматизированный воздух.

Благодаря компактным размерам прибор вписывается в любой интерьер. «Spring Air» можно установить на стол, стеллаж или прикрепить к стене при помощи отверстий на задней крышке прибора.

Срок использования аромата – 3000 впрыскиваний, что хватает примерно на 3 месяца применения диспенсера.

В Беларуси профессиональной ароматизацией занимаются две организации – ООО «Белтрис» и ООО «Арома-Стиль.бай». Однако они предоставляют аромаоборудование «Spring Air» только в аренду, стоимость которой составляет 170000 бел. р. (в стоимость аренды входят расходные материалы и своевременное обслуживание аромаоборудования специалистом).

При таком варианте использования прибора затраты за 1 год его применения составят: $170000 \cdot 12 = 2040000$ бел. р.

Рациональным будет приобретение туристской организацией диспенсера на российском рынке (ООО «Ларом», ООО «Запах.biz» и др.), затраты на приобретение которого составят 2600 рос. р. Сменные аэрозольные баллоны предлагаются по цене 550 рос. р. (на 3 месяца).

При таком варианте применения аромаоборудования годовые затраты туристской организации составят $(2600 + 550(12 : 3))279 = 1339200$ бел. р. (по курсу НБ РБ на 28.02.2012 г. при 1 рос. р. = 279 бел. р.).

Таким образом, экономия туристской организации при приобретении оборудования за первый год, а не его использование в аренду, равна: $2040000 - 1339200 = 700800$ бел. р.

Маркетинговые исследования показывают, что при правильно распыленных ароматах готовность клиента осуществить покупку вырастает на 15 %, число незапланированных покупок увеличивается на 6 %, оборот повышается на 6 % [4, с. 55].

Гарантировать конкретные цифры роста продаж от аромамаркетинга невозможно, однако можно определить главные результаты его применения (рис. 2).

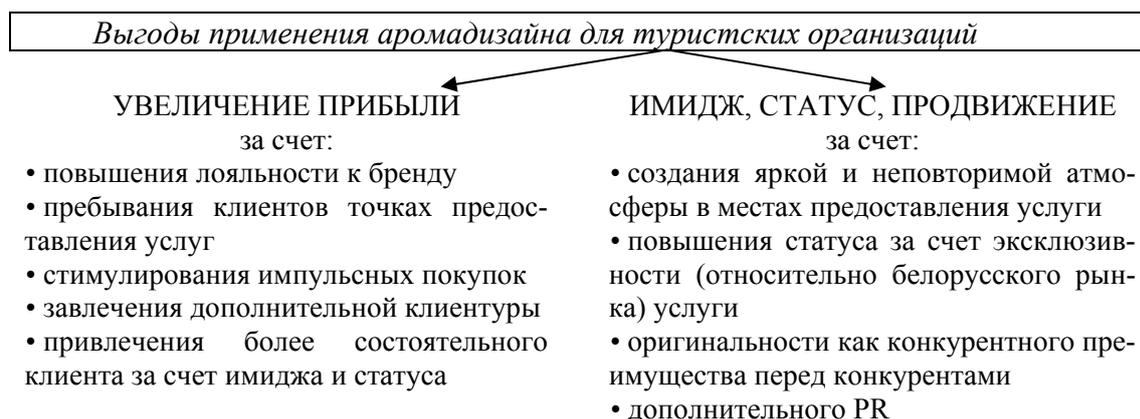


Рис. 2. Основные результаты от применения ароматизации туристскими организациями

Таким образом, ароматизация является средством повышения конкурентоспособности организации наряду с ценой, качеством и популярностью. Главная задача аромамаркетинга – улучшить настроение клиента и расположить его к себе; сделать так, чтобы ему было хорошо, и напрямую связать это ощущение с организацией. Ведь то место, где некогда клиенты испытали приятные ощущения и переживания,

где им было хорошо и комфортно, притянет к себе снова. Это и становится важным конкурентным преимуществом и обеспечивает долгосрочный эффект для туристской организации.

Литература

1. Аромамаркетинг // Режим доступа: <http://www.adbusiness.ru/content/section_r_3E38B9F5-483A-4143-A03E-A4F372D370A1.html>.
2. Ароматизация туристических фирм // Режим доступа: <<http://nataleo.ru/2011-06-28-02-09-29.html>>.
3. Ароматное преимущество // Режим доступа: <<http://www.aromareklama.ru/st3.htm>>.
4. Пластинина, Т. Аромамаркетинг: Что? Где? Когда? / Т. Пластинина // Директор магазина. – 2011. – № 3. – С. 52–59.
5. Создать рекламу нового поколения с аромамаркетингом // Режим доступа: <<http://www.belreklama.by/article/13620>>.
6. Что такое аромамаркетинг и аромадизайн? // Режим доступа: <<http://www.advertology.ru/article56656.htm>>.

ВЫБОР ОБЪЕКТОВ В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СПОНСОРСКОГО УЧАСТИЯ

М. А. Бойко

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Спонсорство в СМИ – телереклама, интегрированная в передачу в виде рекламных заставок, размещения логотипа и т. д. Несмотря на то что каждый отдельный элемент в пересчете на экранное время стоит дешевле, все это вместе в том количестве, чтобы работало, и представляет особый вид спонсорства.

В спонсорстве за единицу стоимости принимается стоимость прямой рекламы в той или иной передаче. Спонсорская реклама, органично интегрированная в передачу, становится ее неотъемлемой частью, а это значит, что зритель не получает таких отрицательных эмоций, как в момент прерывания фильма или другой передачи.

Перед разработкой мероприятия необходимо поставить четкие цели:

- продвижение своей торговой марки и повышение имиджа предприятия;
- увеличение объемов реализации продукции и прибыли.

Далее, целесообразным является определение наилучшего варианта размещения спонсорской рекламы в течение одних суток в будние дни на транслируемых в Беларуси телеканалах, исходя из данных табл. 1, на основе рассчитанных критериев медиапланирования.

Таблица 1

Рекламные характеристики телеканалов

| Телеканал | Cover, % | Share, % | НУТ целевой аудитории по классам времени, % | | | | |
|------------|----------|----------|---|----|----|----|---|
| | | | АА | А | В | С | Д |
| ОНТ | 46 | 73 | 80 | 36 | 12 | 11 | 4 |
| Россия | 37 | 65 | 65 | 38 | 17 | 12 | 3 |
| Беларусь-1 | 48 | 51 | 71 | 39 | 16 | 14 | 5 |

Примечание. [1].

Для выбора целевого канала размещения спонсорской информации следует рассчитать ряд специальных показателей, таких как доля аудитории канала (Share), доля телезрителей в данный момент времени (Homes Using Television, HUT), целевая аудитория TA_k (Target Audience), рейтинг (Rating) по классам времени.

Для нахождения стоимости одного пункта рейтинга (Cost per point, CPP) необходимо цену времени разделить на рейтинг и определить, на каком канале лучше разместить спонсорскую рекламу. Далее, вычисляем структуру GRP (Gross Rating Point) в разрезе и показатель количества контактов (Opportunity To See, OTS). Полученные значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ телеканалов по Cost per point в разрезе классов времени

| Каналы | Показатели | По классам эфирного времени | | | | |
|---------------------|------------|-----------------------------|--------|-------|-------|--------|
| | | AA | A | B | C | D |
| | TA | Rating | | | | |
| ОНТ | 2529301 | 26,9 | 12,1 | 4,0 | 3,7 | 1,3 |
| Россия | 1811486 | 15,6 | 9,1 | 4,1 | 2,9 | 0,7 |
| Беларусь-1 | 1843874 | 17,4 | 9,5 | 3,9 | 3,4 | 1,2 |
| | OTS | Цена, тыс. р./мин | | | | |
| ОНТ | 3616900 | 30 400 | 10 640 | 1 520 | 760 | 5700 |
| Россия | 2445506 | 10 640 | 950 | 950 | 340 | 950 |
| Беларусь-1 | 2673617 | 2 460 | 2 160 | 708 | 156 | 156 |
| | GRP | CPP, тыс. р./п.п. | | | | |
| ОНТ | 48,0 | 1 131,6 | 880,2 | 377,2 | 205,8 | 4243,6 |
| Россия | 32,5 | 680,6 | 104,0 | 232,4 | 117,8 | 1316,7 |
| Беларусь-1 | 35,5 | 141,5 | 226,2 | 180,8 | 45,5 | 127,5 |
| Оптимальное решение | – | 141,5 | 104,0 | 180,8 | 45,5 | 127,5 |

Примечание. Собственная разработка.

Спонсорский пакет «Прогноз погоды» (в новостях) включает [7]:

– спонсорскую заставку перед выпуском «Прогноз погоды»: хронометраж спонсорской заставки от 5 до 10 с. В заставке будут содержаться слова «Спонсор прогноза погоды кондитерская фабрика ОАО «Красный Мозырянин»;

– присутствие логотипа спонсора на экране во время «Прогноза погоды»: хронометраж присутствия логотипа ОАО «Красный Мозырянин» в углу экрана размером 2 % от площади экрана максимум 45 с.

Итого количество прямой рекламы составит примерно 60 с.

Исходя из недельной сетки выходов прогноза погоды общая сумма затрат составит 6348 тыс. р. при 37 выходах за неделю.

С учетом повышающего коэффициента (2,0) стоимость недельного спонсорства составит 7617 тыс. р., следует отметить, что государственным предприятиям, учреждениям, организациям, производителям товаров и услуг независимо от формы собственности, не рекламирующим иностранные торговые марки, предоставляются скидки

в случае заказа в расчете на месяц. Поэтому в данном случае целесообразно составить рекламный бюджет на месяц, что составит 30468 тыс. р. При такой сумме заказа ОАО «Красный Мозырянин» может быть предоставлена скидка в размере 83 %, тогда общая сумма заказа составит 25288 тыс. р.

Существует несколько мнений относительно возможности оценки эффекта от спонсорства [2]:

– эффективность спонсорства связана с ростом объемов продаж и полученной прибылью;

– спонсорство – это разновидность имиджевой рекламы, которая не имеет количественно определенных целей, а потому измерить ее эффективность не представляется возможным.

– основным результатом спонсорства является изменение сознания потенциального потребителя.

Оценив приблизительный эффект от проводимого предприятия на основе метода целевых альтернатив через сопоставления планируемых и фактических показателей, получим значение фактического объема прибыли, полученного за период спонсорства на канале в сумме равной 30740,8 тыс. р., что на 7347,8 тыс. р. меньше, чем предполагалось.

Л и т е р а т у р а

1. Колеснева, Е. П. Реклама: Методические указания / Е. П. Колеснева, П. Б. Любецкий. – Белорус. сельскохозяйств. академия, 2009. – 132 с.
2. Герус, А. Медиапланирование: стратегии и тактика / А. Герус // Маркетинг, реклама и сбыт. – 2005. – № 1. – С. 41–47.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МАРКЕТИНГА НА ОАО «МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ»

Ю. С. Красева

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

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Отраслевая принадлежность предприятия – пищевая промышленность и продукты питания (молоко и молочные продукты). ОАО «Молочные продукты» – одно из крупнейших предприятий Беларуси в своей отрасли – вот уже более 25 лет с честью выполняет ответственную задачу по обеспечению населения области и республики качественными молочными продуктами.

Предприятие относится к отрасли, которая постоянно развивается и преподносит потребителям различные новинки: от выпуска продукции с различными вкусовыми добавками до новых видов продуктов, которые привлекают потребителей своей необычностью и новизной.

В связи с этим была проанализирована ассортиментная политика предприятия, и было установлено, что предприятие уступает конкурентам в изобилии товаров. Было принято решение расширить ассортимент предприятия за счет выпуска крема творожного взбитого с новым наполнителем.

Для определения целесообразности введения нового продукта был проведен опрос потребителей. Произведя расчет выборочной совокупности, получили, что необходимый объем выборки для проведения исследования мнения потребителей при покупке «Крема творожного взбитого «Мой десерт» с новым наполнителем» 6 % равен 95 человек.

Для проведения опроса была разработана анкета.

В результате опроса мы выяснили, что на сегодняшний момент 58 % опрошенных респондентов не устраивает тот ассортимент творожных изделий ОАО «Молочные продукты», который представлен на рынке. А 52 % респондентов заинтересовались выпуском крема творожного с новым наполнителем.

Также мы выяснили, что наибольшей популярностью у потребителей будет пользоваться крем творожный с наполнителем «Киви-Крыжовник».

Приготовление продукции будет происходить на имеющихся оборудованных и имеющимися работниками.

Была составлена калькуляция на производство 100 кг крема творожного взбитого «Мой мир» Киви-крыжовник, затраты составили 1065530 р.

В табл. 1 представлен план реализации нового продукта на 5 лет.

Таблица 1

**Прибыль от реализации крема творожного взбитого «Мой мир»
Киви-крыжовник 6 % за 2012–2016 гг.**

| Показатели | Ед. измерения | Годы | | | | |
|--|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. Объем продаж | кг | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 2. Общие затраты на ед. продукции | р. | 1600 | 1904 | 2266 | 2696 | 3209 |
| 3. Цена ед. продукции | р. | 2530 | 3011 | 3583 | 4264 | 5074 |
| 4. Выручка от реализации | р. | 2530000 | 3011000 | 3583000 | 4263877 | 5074014 |
| 5. Прибыль от реализации ед. продукции | р. | 320 | 381 | 453 | 539 | 642 |
| 6. Прибыль от реализации продукции | р. | 320000 | 381000 | 453000 | 539000 | 642000 |

Примечание. Собственная разработка.

План прибыли на 5 лет от реализации показал, что данное мероприятие не только расширит ассортимент предприятия, но и принесет ему дополнительную прибыль.

Проанализировав распределительную политику на ОАО «Молочные продукты», можно сказать, что организация дополнительной торговой точки в городе Гомеле будет выгодна для предприятия. На предприятии уже используются такие фирменные точки, но они не охватывают весь потенциальный рынок.

Проанализировав потенциальные места для размещения фирменной точки, остановились на ул. Свиридова в микрорайоне «Волотова». В данное время там активно ведется застройка жилыми площадями и мало внимания уделяется организации торговых площадей. Организовав здесь свою торговлю, привлечем к себе новых покупателей, предоставим им широкий выбор молочного ассортимента, гарантируем каждый день свежую продукцию.

Рассчитанная емкость рынка сбыта составила 123500 кг в год для каждой торговой точки на рынке Гомеля, что составит в день около 343 кг.

Наша фирменная точка на начальном этапе будет реализовывать 205 кг молочной продукции в день, что составит 60 % от общего объема потенциального рынка.

В дальнейшем, при положительной работе торговой точки, объем реализации можно будет увеличить.

Ассортимент предлагаемой продукции рассчитан на разные группы потребителей, поэтому молочные продукты в продаже представлены в различных категориях (продукты различной жирности, с различными вкусовыми добавками, различной граматурой).

Торговая точка будет работать с 11.00 до 19.00 ч. В среднем в час должно быть реализовано 25 кг молочных продуктов.

При организации фирменной точки торговли молочными продуктами предприятие сможет реализовывать в день 205 кг.

Для того чтобы реализовать 205 кг молочных продуктов в день, продавец должен обслужить в среднем 12 человек в час, или 96 человек в день. Приведенные почасовые цифры являются достаточно условными, так как дневная загрузка торговой точки и поток клиентов будут неравномерными.

Необходимо заметить, что реализация продукции в течение недели будет также осуществляться неравномерно, так как некоторые молочные продукты, такие как сметана и масло, приобретаются одним клиентом не каждый день.

Был составлен план реализации. Стоимость затрат составила 2510440 р., общая сумма дневной выручки – 2593360 р. Ежедневный доход от торговой точки составит 82920 р.

Данное мероприятие увеличит объемы продаж за счет низких цен, так как реализовываться продукция будет напрямую, без посредников и больших надбавочных процентов.

Также было обращено внимание на взаимоотношения предприятия с прессой.

Для того чтобы увеличить круг своих потребителей, им необходимо сообщить, что покупая продукцию ОАО «Молочные продукты» они будут заботиться о своем здоровье, потребляя натуральные продукты. Так как реклама в прессе является одним из действенных и наиболее распространенных средств рекламы, мы применим ее для осуществления своих целей.

Очень хорошо работает реклама, закамуфлированная в якобы информационной статье. Читатель читает ее как информационную, не подозревая, что она что-то рекламирует. Правда, здесь необходима личная «договоренность» с журналистом. Для создания такой «договоренности» оптимальным является проведение пресс-конференции.

Основное назначение пресс-конференций состоит в адресном распространении информации (новостей, документации, фотографий) среди редакций СМИ. А потому, чтобы созвать пресс-конференцию, необходим повод, важная тема, по которой у журналистов могут возникнуть вопросы. В нашем случае это будет 30-летний юбилей ОАО «Молочные продукты».

Предприятие несет затраты в связи с проведением пресс-конференции, затраты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Затраты на проведение пресс-конференции на ОАО «Молочные продукты»

| Виды затрат | Затраты, бел. р. |
|--|------------------|
| 1. Организационные затраты | 704000 |
| 2. Заработная плата сотрудникам | 616000 |
| 3. Информационный пакет документов (пресс-кит) | 1040000 |

Окончание табл. 2

| Виды затрат | Затраты, бел. р. |
|---------------------------|------------------|
| 4. Электроэнергия | 44000 |
| 5. Коммунальные услуги | 13000 |
| 6. Фуршет (на 15 человек) | 2025000 |
| <i>Итого</i> | 4442000 |

Примечание. Собственная разработка.

Была рассчитана точка безубыточности. Результат показал, что при реализации в среднем 5288 единиц молочных продуктов предприятия проводимое мероприятие окупится. А с каждой последующей реализованной единицей продукции предприятие начнет получать прибыль. Также нужно сказать о том, что полученные единицы могут быть меньше, что связано с тем, что после публикации имиджевых статей о предприятии, у него появятся новые клиенты.

Таким образом, данная работа и ее применение на практике позволит предприятию увеличить прибыль, удержать уже имеющихся и привлечь новых потребителей, а также поддержать благоприятный имидж предприятия.

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ТУРИСТСКОГО КЛАСТЕРА КАК ФОРМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТУРИЗМА

О. В. Агеева

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

Научный руководитель: Е. Н. Карчевская

Появление в научном обиходе новых понятий отражает процесс усложнения реальной жизни, возникновения новых объектов исследований и взаимосвязей между ними, а также накопления научных знаний. Одним из таких понятий, которое в последнее время все шире входит в научный оборот в региональной экономике и экономической географии, стало понятие кластера как особой формы территориальной организации (самоорганизации) производства в условиях рыночной экономики. Впервые оно было использовано американским экономистом, профессором Гарвардской школы бизнеса М. Портером для определения сообщества сконцентрированных по географическому признаку взаимосвязанных фирм и организаций, взаимодополняющих и усиливающих конкурентные преимущества друг друга.

Кластер представляет собой систему, которая характеризуется рядом отличительных признаков. Непременным условием образования кластера является географическая близость хозяйствующих единиц. На ограниченной территории сосредоточивается критическая масса фирм родственных и поддерживающих отраслей, организаций, обеспечивающая экономию на масштабах производства и экономию на разнообразии, а также экономических ресурсов, информации, создается «сгусток» отношений, благодаря чему кластер достигает более высокой конкурентоспособности.

Основной целью организации кластера туризма в Гомельской области является создание современного высокоэффективного и конкурентоспособного туристского комплекса, обеспечивающего: широкие возможности для удовлетворения потребностей жителей области, белорусских и иностранных граждан в туристских услугах;

внесение значительного вклада в развитие народного хозяйства области, в том числе за счет налоговых поступлений в местный бюджет, притока иностранной валюты, увеличения количества рабочих мест, сохранения и рационального использования культурного и природного наследия.

Региональный туристский кластер Гомельской области может быть представлен пятью блоками, каждый из которых включает в себя представителей различного рода деятельности. Образование кластера позволяет решить основную проблему, которая заключается в отсутствии взаимодействия представителей бизнеса и государственных служб, а также координации работы различных, так или иначе связанных с туризмом, в частности, организаций общественного питания, медучреждений, развлекательных комплексов. Только объединив усилия, создав условия для высококачественного сервиса, безопасности, можно сделать край действительно привлекательным для туристов всего мира.

Для более четкого и полного представления о составляющих регионального туристского кластера Гомельской области остановимся более подробно на каждом блоке и рассмотрим возлагаемые на него функции.

1) блок 1 – основной. Данный блок будет включать в себя организации и предприятия, чья деятельность непосредственно связана с туризмом;

2) блок 2 – обслуживающий. Включает в себя специализированные фирмы, предоставляющие следующие услуги: размещения, питания, транспортные, связи, торговли товарами для туристов; досуга в туризме (киноконцертные залы, залы игровых автоматов, и прочие учреждения культуры, отдыха и развлечений).

3) блок 3 – сопутствующий. Данный блок включает в себя ряд организаций и предприятий (промышленных, медицинских, образовательных, информационных), функционирующих на рынке товаров и услуг вне зависимости от туризма, однако их включение в состав кластера создаст более высококачественные условия для привлечения туристов;

4) блок 4 – финансово-юридический. Составляющие данного блока имеют либо финансовую направленность (банки, страхование, аудит и пр.), либо юридическую (юридические и нотариальные конторы). Наличие финансового блока необходимо в составе кластера в связи с тем, что туризм способствует притоку значительных сумм иностранной валюты, причем поступление валюты происходит не только в виде оплаты за тур, но и в виде обмена денег в обменных пунктах на повседневные траты туристов, оплату дополнительных услуг и пр.

5) блок 5 – административный. Включение данного блока в кластер обусловлено тем, что именно при помощи государственного регулирования развития туризма можно совершенствовать нормативно-правовую базу; развивать методы стандартизации и сертификации в сфере туризма; осуществлять налоговое регулирование; обеспечивать целевое бюджетное финансирование программ развития туризма; создавать благоприятные условия для инвестирования в туризм; координировать деятельность и инвестиции государственного и частного секторов в развитие туризма.

Рассмотрим процесс формирования регионального туристского кластера в соответствии с методикой Митрофановой А. В. Для анализа процесса на исследуемой территории предложен метод балльной оценки, позволяющий использовать качественный анализ совместно с количественным.

Для оценки используются несколько групп признаков: географические; экономические; социальные; институциональные; инфраструктурные. Каждая группа включает первичные и вторичные признаки. По комплексу первичных признаков региональный туристский кластер определяется как объективно существующее обра-

зование. Вторичные признаки свидетельствуют о зрелости кластера. Каждый первичный признак оценивается одним баллом, вторичные признаки – 0,5 балла. Были рассмотрены тенденции развития Гомельской области по данным признакам. Для анализа использованы такие показатели как доля туризма в структуре платных услуг, формирование рынка туристских трудовых ресурсов, количество предприятий индустрии туризма и др. На основании проведенного анализа, определены признаки формирования и стадия развития туристского кластера. Общая сумма баллов характеризует стадию развития регионального туристского кластера, что соответствует его типологии по генетическим признакам (табл.).

**Типология регионального туристского кластера
по генетическим признакам**

| Уровень развития | Общая характеристика |
|---|--|
| Пре-кластер (0–5 баллов) | Формирование регионального туристического рынка. В регионе появляются туристические фирмы, предприятия, предоставляющие услуги проживания, питания и развлечения. Данный этап характеризуется раздельным, конфликтно-оборонительным развитием предприятий туристской сферы |
| Зарождающийся кластер (6–10 баллов) | Начало образования кооперативных связей между участниками туристского процесса вследствие осознания роли партнерских связей для усиления собственной конкурентоспособности и обеспечения собственного выживания в условиях рыночной экономики |
| Развивающийся кластер (11–15 баллов) | Возникновение внутренних и внешних связей, успешная совместная деятельность предприятий сферы туризма приводит к усилению данной сферы в региональной экономике, что привлекает внимание администраций, бизнесменов, инвесторов. В результате происходит формирование органа координации и стимулирования дальнейшего развития данного кластера, в который входят представители всех заинтересованных сторон |
| Зрелый кластер (от 16 баллов) | Внутренние связи внутри кластера достигают максимальной сопряженности |
| Угасающий кластер (5–1 баллов) | Внутренние связи ослабевают и распадаются |

Согласно данной методике, уровень развития регионального туристского кластера Гомельской области оценен 6,5 баллами, что говорит о том, что это зарождающийся кластер.

Процесс формирования и развития регионального туристского кластера замедляется лимитирующими факторами: экономическими, институциональными, географическими (включая геоэкологические), социальными и инфраструктурными. Выявление лимитирующих факторов способствует прогнозированию процесса формирования и развития регионального туристского кластера, помогает выбрать релевантную (в соответствии со спецификой региона) позицию властей при формировании кластера (дирижирование, невмешательство, создание необходимых условий).

С помощью анализа зарождающегося регионального туристского кластера на возможность организации подкластеров было выявлено, что существует возможность выделить следующие виды кластеров: культурный, архитектурный, кластер агротуризма, археологический, спортивный. Между подкластерами существует

взаимодействие. Данное взаимодействие основано на совместном показе туристических объектов в рамках одного маршрута. Однако взаимодействие в других блоках кластера наблюдается слабое.

Так как региональный туристский кластер Гомельской области находится в стадии зарождения, а взаимодействие внутри самого кластера слабое, необходимо принимать меры первоначально для создания самого кластера, а далее по развитию входящих в него подкластеров, а также всего регионального кластера в целом, для достижения поставленных перед кластером целей. Для этого предложены следующие мероприятия. Во-первых, необходима разработка нормативно-правовой основы для легализации деятельности кластера, в которой прописаны все основополагающие моменты деятельности кластера. Во-вторых, создание реестра резидентов кластера. Реестр резидентов кластера представляет собой базу данных, в которой будут отражены не только наименования предприятий, являющиеся резидентами кластера, но также будет отражена функциональная структура регионального туристского кластера, что значит, что из реестра будет понятно, к какому блоку кластера относится данное предприятие и к какому кластеру. Для развития как каждого кластера в отдельности, так и регионального туристского продукта Гомельской области в целом также предложена разработка трехмерных моделей маршрутов. Каждый человек сможет не только виртуально попутешествовать по Гомельской области, но и просчитать возможные выгоды при использовании предложений кластера.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТУРИСТСКИХ УСЛУГ

Е. Г. Юрченко

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

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Эффективное функционирование туристского предприятия в современных условиях предполагает адекватное реагирование на изменения ситуации на рынке. В связи с этим возникает необходимость создания системы управления качеством услуг в туристической фирме, основной целью которой является выявление требований потребителей и оценка степени соответствия качества туристского продукта этим требованиям.

Наиболее известной системой показателей оценки качества услуг является методика SERVQUAL, разработанная А. Паразьюраманом, Л. Берри и В. Зейтамл. В ее основе лежит анкета, состоящая из 21 пары вопросов (утверждений), сгруппированных по пяти параметрам [1]:

1. Осязаемость – возможность увидеть физические, осязаемые характеристики услуги (интерьер помещения, внешний вид сотрудников, рекламные материалы).
2. Надежность – способность компании вовремя, в полном объеме и в согласованные сроки оказать услугу.
3. Отзывчивость – активная готовность помочь клиенту и быстро оказать услугу.
4. Уверенность – компетентность персонала, информированность и профессионализм, вежливость, способность вызвать у клиента доверие к компании, уверенность в безопасности услуг.

5. Сопереживание – забота персонала о своих клиентах, стремление к четкому пониманию их интересов, способность подстроиться к клиенту и проявить внимательное отношение, обеспечить комфортность взаимоотношений с персоналом.

Применительно к сфере туризма выбранные критерии были откорректированы и представлены в виде 16 пар вопросов (утверждений).

Для измерения качества туристских услуг, предоставляемых турфирмами г. Гомеля, была разработана анкета, основанная на методике SERVQUAL. В ходе исследования было опрошено 96 человек, пользовавшихся услугами туристических фирм г. Гомеля.

При проведении исследования удовлетворенности потребителей услугой решались две основные задачи: выявление ожиданий потребителя в отношении услуги и оценка воспринимаемого качества.

Опрос показал, что наиболее значимыми параметрами качества туристских услуг являются надежность туристической фирмы и уверенность по отношению к работе компании (единичные – своевременность предоставления услуг компанией; избегание ошибок и неточностей в предоставлении услуг и быстрота реагирования сотрудниками компании на просьбы клиентов).

В то же время для большинства респондентов имеют малую значимость осязаемые элементы (оборудование, интерьер помещения, внешний вид сотрудников, рекламные материалы).

Средние показатели по ожиданиям и восприятиям респондентов по каждому из 16 утверждений анкеты были найдены по формуле [2]:

$$\bar{I}_j = \frac{\sum a_{ij}}{n},$$

где a_{ij} – присвоенный балл ожидания i -м респондентом j -му утверждению; n – количество респондентов.

Результаты проведенного исследования методом анализа «важность–исполнение» сведем в таблицу.

**Оценка расхождения качества услуги методом анализа
«важность–исполнение»**

| Параметр качества услуги | | Средний показатель по ожиданиям | Средний показатель по восприятиям | Расхождение |
|--------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Осязаемые элементы | Компания имеет современную оргтехнику и оборудование | 3,85 | 3,49 | 0,36 |
| | Интерьер помещения компании находится в отличном состоянии | 4,28 | 3,52 | 0,76 |
| | Внешний вид информационных материалов компании привлекателен | 3,76 | 3,53 | 0,23 |
| | Работники компании приятной наружности и опрятны | 4,48 | 4,21 | 0,27 |

Окончание

| Параметр качества услуги | | Средний показатель по ожиданиям | Средний показатель по восприятиям | Расхождение |
|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Надежность туристической фирмы | У компании надежная репутация | 4,72 | 3,88 | 0,84 |
| | Компания избегает ошибок и неточностей в предоставлении услуг | 4,85 | 3,74 | 1,11 |
| | Услуги компании предоставляются клиентам своевременно | 4,89 | 4,06 | 0,83 |
| Отзывчивость персонала | Сотрудники компании всегда помогают клиентам в решении своих проблем | 4,49 | 3,59 | 0,90 |
| | Сотрудники компании быстро реагируют на просьбы клиентов | 4,73 | 3,66 | 1,07 |
| | Между клиентами и сотрудниками компании существует атмосфера доверия и взаимопонимания | 4,54 | 3,87 | 0,67 |
| Уверенность по отношению к работе компании | В отношениях с компанией клиенты чувствуют себя безопасно | 4,44 | 3,83 | 0,61 |
| | Сотрудники компании вежливы в отношениях с клиентами | 4,46 | 4,21 | 0,25 |
| | Компания проявляет индивидуальный подход к своим клиентам | 4,18 | 3,95 | 0,23 |
| Сопереживание | Сотрудники компании проявляют личное участие в решении проблем клиента | 4,43 | 3,35 | 1,08 |
| | Сотрудники компании знают и ориентируются на потребности своих клиентов | 4,44 | 3,76 | 0,68 |
| | Часы работы компании удобны для клиентов | 3,82 | 4,02 | -0,2 |

Как показал опрос, наиболее серьезные расхождения наблюдаются по таким параметрам, как: «компания избегает ошибок и неточностей в предоставлении услуг»; «сотрудники компании проявляют личное участие в решении проблем клиента»; «сотрудники компании быстро реагируют на просьбы клиентов».

Полученная оценка среднего значения удовлетворенности потребителей качеством услуг, предоставляемых туристическими фирмами г. Гомеля, равна 68,7 %.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что показатели по восприятию услуг, предоставляемых туристическими фирмами г. Гомеля, ниже показателей по ожиданиям потребителей, что требует разработки мероприятий, направленных на повышение уровня удовлетворенности потребителей.

К таким мероприятиям можно отнести организацию ежегодного областного туристического конкурса и учреждение туристического знака качества.

Организаторами областного туристического конкурса могут стать Управление физической культуры, спорта и туризма Гомельского облисполкома и Национальное агентство по туризму, причем участниками могут быть не только туристические фирмы, но и другие организации туристской индустрии.

Регистрационный взнос для участия в конкурсе составит 200000 бел. р. Предполагается, что оценка организации-конкурсанта будет проводиться жюри конкурса.

Оценка организации-конкурсанта будет выражаться суммарным количеством баллов, выставленных членами жюри по четырем критериям:

- 1) целевое назначение предприятий – обслуживание туристов;
- 2) условия расчетов за услуги с туристами;
- 3) эстетичность и культура обслуживания;
- 4) рекламно-информационная деятельность.

Эксперты определяют общую оценку в процентах отдельно для каждого критерия и затем суммарную оценку в процентах переводят в соответствующее для каждого критерия число баллов. Оценка организации-конкурсанта определяется путем суммирования баллов, полученных для каждого критерия.

Бонусами лауреатам конкурса могут стать: право на бесплатную рекламно-имиджевую поддержку на интернет-сайте Управления физической культуры, спорта и туризма Гомельского облисполкома и на сайте Национального агентства по туризму в течение определенного периода времени; информационная статья об услугах лауреатов конкурса в газете «Туризм и отдых», «Гомельская правда».

Второе мероприятие предполагает учреждение туристического знака качества, которому на современном этапе развития туристической деятельности во многих странах мира уделяется достаточно большое внимание.

Предлагается, чтобы знак качества выдавался на бесплатной добровольной основе путем проверки туристических компаний. Срок выдачи туристического знака качества – 3 года.

Критерии оценки качества должны учитывать следующие возможности туристской организации: наличие системы информационно-договорного обеспечения потребителя; наличие системы управления персоналом; наличие системы управления поставщиками туристских, транспортных, экскурсионных и других услуг; наличие системы взаимодействия с общественными и государственными организациями; применение прогрессивных методов работы.

Для информирования потребителей о существовании туристического знака качества необходимо размещать о нем информацию в средствах массовой информации, на выставках, ярмарках.

Обладателям туристического знака качества необходимо дать право на его размещение в своих информационных и рекламных материалах рядом с наименованием своей компании, на вывеске при входе в офис и в рабочих кабинетах.

По истечении трех лет туристическая фирма может снова подавать заявку на проведение проверки и присуждение знака качества. Однако, за указанный период фирма должна доказать свое стремление развиваться, повышать качество предоставляемых услуг.

Таким образом, было выявлено, что предлагаемые мероприятия по улучшению качества услуг, предоставляемых туристическими фирмами г. Гомеля, смогут повысить удовлетворенность потребителей и снизить расхождение в системе «ожидание-восприятие».

Литература

1. Баумгартен, Н. В. Анализ показателей качества туристских услуг, предлагаемых в научных публикациях и нормативных документах / Н. В. Баумгартен // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 6. – С. 48–55.
2. Режим доступа: <http://www.servmark.ru/encyclopaedia/servqual/>.

СОСТОЯНИЕ РЫНКА МЕТИЗНОЙ ПРОДУКЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

З. А. Бумблис

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

Научный руководитель М. О. Гиль

Метизное производство занимает значительную долю металлургической отрасли. За последние годы рынок метизной продукции претерпел существенные изменения, связанные с консолидацией крупнейших предприятий в холдинговые компании. Основными производителями машиностроительного крепежа на территории Российской Федерации являются ОАО «Северсталь-метиз», ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ» и ОАО «Красная Этна».

Большинство металлургических компаний для создания полного цикла производства строят или приобретают действующие метизные производства. Их влияние на этом рынке очень значительно, так как они контролируют рынок сырья – металла. Наличие более дешевого металла по внутрикорпоративным ценам позволяет им снижать себестоимость и демпинговать на рынке.

После спада 2008–2009 гг. рынок крепежа начал ощутимо расти, что говорит о повышении спроса на продукцию машиностроения. Рост объемов производства в метизной подотрасли в 2010 г. в два раза превысил рост объемов производства в металлургии в целом. По данным Ассоциации РосМетиз, объем производства метизов в России в 2010 г. составил 2,181 млн т, что на 23,3 % больше аналогичных показателей российского метизного производства в 2009 г. Таким образом, данный рынок является перспективным.

Российское метизное производство, занимающее изрядную долю металлургической отрасли, переживает интересные времена.

Рынок метизов, поделенный в основном между пятью крупными холдингами, насыщен, так что предприятиям приходится искать новые пути завоевания потребителя и увеличения объемов производства. По прогнозам отраслевых экспертов, увеличить свои доли на внутреннем рынке игрокам вряд ли удастся, поэтому им предстоит осваивать зарубежные территории.

Метизы – стандартизованные металлические изделия разнообразной номенклатуры промышленного или широкого назначения, к которым условно относят продукцию высокого передела черной металлургии. Используются металлические изделия буквально во всех отраслях промышленности – от строительства до машиностроения. Основу рынка составляют проволока, гвозди и канаты. В целом же метизное производство – это сотни наименований и типоразмеров изделий.

Российский рынок метизной продукции, как и большинство отечественных рынков, начал формироваться после распада СССР. С приходом рыночных отношений плановая экономика исчезла, при этом наиболее успешно удалось наладить производство тем участникам отрасли, которые вошли в состав крупных холдингов. Тех, кто остался в одиночестве, немного, и конкурировать с большими компаниями они не могут.

Вертикальная интеграция, в результате которой рынок был поделен между пятью игроками, происходила с 2005 г., и ее появление металлурги считают экономически оправданным. У производителей появились гарантированные поставки металлопроката и уменьшилась зависимость от внешних поставщиков. У заводов, которым не удалось войти в состав холдингов, производство гораздо затратнее, по-

этому крупных игроков среди них немного. Назвать можно ОАО «Новосибирский метзавод имени Кузьмина», ОАО «Этна», ОАО «Щелковский метзавод» (единственный метизный завод Объединенной металлургической компании), ОАО «Солнечногорский завод металлических сеток “Лепсе”». Сейчас эти предприятия работают успешно, но прогнозировать их дальнейшее существование как самостоятельных единиц довольно трудно.

Что же касается желающих приобрести оставшихся независимых производителей, то пока крупные холдинги к этому не готовы. Как показал опыт промышленной группы МАИР, купившей Саратовский метизный завод в 1999 г. и распродавшей его активы летом 2005 г. за ненадобностью, у метхолдингов нет недостатка в метизных предприятиях. Это связано с недогрузкой собственных производственных мощностей.

Процесс консолидации крупнейших заводов в холдинги продолжался вплоть до 2006–2007 гг. По итогам 2007 г., объем производства метизной продукции в целом по стране составил около 2,7 млн т, что на 7 % больше, чем в 2006 г.

Общий объем годового потребления строительного крепежа в России оценивается приблизительно в 160 тыс. т, в деньгах – 250 млн дол. США. А в 2006 г. российское потребление крепежа составляло около 250 тыс. т – 400 млн дол. США (по средней оптовой цене), импорт составил половину этого объема. Потребности же России в строительном крепеже на 75 % удовлетворяются за счет импорта – в основном из Юго-Восточной Азии и Украины.

Сортамент метизной продукции в России в 2010 г. имеет следующую структуру:

Сортамент метизного производства в России в 2010 г.

| Продукция | Объем производства, тыс. т | Доля в общем объеме производства, % |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Сортовая холоднотянутая сталь | 134,0 | 6,1 |
| Стальные фасонные профили | 17,8 | 0,8 |
| Лента стальная х/к | 140,7 | 6,5 |
| Канаты стальные | 187,0 | 8,6 |
| Проволока ОК | 1110,0 | 50,9 |
| Проволока легированная | 312,0 | 14,3 |
| Гвозди | 110,0 | 5,0 |
| Электроды | 86,5 | 4,0 |
| Сетка стальная, млн, м ² | 21,0 | 1,0 |
| Крепежные изделия | 185,8 | 8,5 |
| Прочая продукция | 10,2 | 0,5 |
| Метизы, всего | 2181,0 | 100 |

Примечание. Данные Росстата.

Болты, гайки, шурупы, саморезы, шпильки относят к группе крепежных изделий. Их доля в совокупном объеме произведенных в России метизов в 2010 г. составила около 8,5 %, что довольно несущественно, учитывая, что изделия подобного типа особенно востребованы строительной индустрией.

Несмотря на то что производство крепежа растет, перспективы российских заводов на этом рынке довольно сомнительны. Связано это в первую очередь с постоянно растущей конкуренцией со стороны импортеров (главным образом из Китая

и СНГ) на фоне «слабой» ориентации российских металлургических заводов на рынок широкого потребления. Предпосылки данной ситуации сформировались еще в советские времена, когда из крепежных изделий производился лишь машиностроительный крепеж, а бытовой крепеж был представлен только шурупами. В настоящее время отечественные производители предлагают потребителю довольно «скудный» ассортимент строительного и бытового крепежа (так, почти 90 % потребляемых в России саморезов ввозится из-за границы).

Структура реализации крепежной продукции в России состоит из отдельных продавцов имеющих индивидуальную стратегию продаж. В состав продавцов крепежных изделий входят как индивидуальные коммерческие предприятия, так и структурные подразделения производителей. Структуру продавцов можно классифицировать по следующей схеме:

1. Продавцы первой очереди – коммерческие подразделения предприятий, крупные торговые предприятия, осуществляющие не менее 80 % закупок крепежной продукции непосредственно у производителей.

2. Продавцы второй очереди – коммерческие предприятия, осуществляющие частичную закупку до 20 % у производителей продукции, остальная продукция закупается у региональных продавцов первой очереди.

3. Продавцы третьей очереди – коммерческие специализированные предприятия, осуществляющие розничную и мелкооптовую продажу крепежных изделий. Закупка продукции осуществляется у продавцов первой (до 10 %) и второй очереди.

4. Продавцы четвертой очереди – торговые предприятия, осуществляющие неспециализированную розничную продажу крепежных изделий. Закупка продукции осуществляется у продавцов второй (до 60 %) и третьей очереди.

На современном этапе развития рынка для отечественных производителей метизных изделий и для отрасли метизного производства в целом актуален ряд задач, среди которых необходимо акцентировать следующие:

– повышение конкурентоспособности отечественных метизов за счет их качественных и ценовых параметров, поскольку в настоящее время имеет место значительное увеличение доли импорта наиболее востребованных метизных товарных групп;

– развитие мелкосерийного производства, актуальное в связи с тем, что в настоящее время в России практически нет малых предприятий, способных разгрузить крупных производителей от небольших заказов;

– активизация усилий по освоению зарубежных рынков, поскольку в связи с насыщенностью внутреннего рынка, где сегодня предложение метизных изделий превышает спрос на них среди потребителей, увеличить свои доли на внутреннем рынке крупным игрокам вряд ли удастся.

Несмотря на наращивание темпов роста выпуска метизов и постоянно ведущиеся работы по переоснащению производства, ведущие предприятия, на взгляд экспертов, не успевают за изменениями рынка. Так, по данным Ассоциации «Росметиз», к примеру, общий объем годового потребления строительного крепежа в России в 2007 г. оценивался приблизительно в 160 тыс. т, при этом только 25 % строительного крепежа было произведено отечественными предприятиями, остальное пришлось на импорт.

По мнению экспертов, потребление строительного крепежа растет на 15 % ежегодно, однако этот рост достается отнюдь не отечественному производителю: по данным «Росметиза», отечественная промышленность каждый год теряет 10–15 % объема производства в этом секторе, постепенно сдавая рынок китайским компаниям, являющимся мировыми лидерами по объемам выпуска. Озабоченность вызывает

и состояние дел с автомобильным крепежом, который ввозится в Россию для иностранных сборочных производств.

Российский рынок метизной продукции является весьма перспективным, поэтому необходимо обратить внимание на следующие аспекты:

- рынок машиностроительного крепежа России динамично развивается;
- актуально вхождение в новые отрасли, такие как: мостостроение, железнодорожное строение;
- рекомендуется создание дилерской сети в г. Москва и Московской обл.;
- рекомендуется расширение номенклатуры выпускаемых изделий.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ СЧЕТ ТУРИЗМА

И. А. Фукова

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

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

В последние годы туризм стал важной экономической сферой благодаря росту его доли в ВВП стран и регионов и воздействию на развитие инфраструктуры и многих секторов хозяйственной деятельности. Туризм является катализатором развития строительства, транспорта и коммуникаций, сельского хозяйства, других отраслей. Особо следует выделить роль туризма в создании новых рабочих мест и оживлении местной экономики.

Туризм представляет собой социальное, культурное и экономическое явление, предполагающее перемещение людей. Взаимосвязь туризма с широким спектром экономической деятельности обуславливает рост внимания к оценке его экономических результатов, в первую очередь в местах посещения, а также к анализу его взаимосвязей с другими социальными и экономическими процессами. В связи с этим ряд стран и международных организаций участвуют в разработке концепций, рамок, баз данных и методов, которые позволили бы проводить такого рода оценки и анализ.

К сожалению, существующая статистика учитывает и фиксирует лишь число туристов и денежные суммы, затрачиваемые ими на путешествия. Следовательно, экономическое воздействие туризма определяется по заниженным показателям, генерируемые им доходы учитываются в других отраслях, поэтому посчитать общий вклад туризма в экономику можно лишь приблизительно.

Чтобы понять реальную значимость туризма в экономике, следует оценивать такие важные показатели, как, например, влияние отрасли на объем ВВП, занятость населения, эффект перемещения туристов внутри страны с точки зрения перераспределения доходов.

По рекомендациям международной конференции по статистике туризма и путешествий, организованной ЮНВТО, была создана специальная группа экспертов по разработке ВСТ. Перед экспертами стояла задача разработать свод основных понятий, классификаций и агрегированных показателей, которые позволяли бы дать единообразную оценку экономического эффекта влияния спроса на туристские услуги на развитие экономики стран. Требовалось сформулировать этот свод таким образом, чтобы он был сопоставимым с показателями, используемыми в других областях, и был единообразным для различных социально-географических условий.

Особое место туризма определяется временным характером положения, в котором оказывается физическое лицо в качестве потребителя: он/она осуществляет по-

ездку или визит в то или иное место, находящееся вне его/ее обычной среды в течение периода, не превышающего одного года, в целях, не связанных с трудоустройством на расположенном в этом месте на постоянной основе предприятии. Это отличает посетителя от других категорий потребителей.

Эти конкретные характеристики посетителя не находят четкого отражения в основной структуре Системы национальных счетов, в которой участники сделок классифицируются согласно (относительно) постоянным характеристикам, одной из которых является их страна постоянного проживания.

Для таких случаев в Системе национальных счетов предлагается использовать вспомогательный счет, который прилагается к основной структуре Системы национальных счетов и в той или иной степени, в зависимости от каждого конкретного случая, имеет сходные с этой основной структурой базовые концепции, определения, классификации и правила бухгалтерского учета.

Формирование вспомогательного счета туризма предполагает проведение подробного анализа всех параметров спроса на товары и услуги, который может быть связан с туризмом, отслеживание оперативной связи с предложением таких товаров и услуг как в рамках рассматриваемой экономики, так и вне ее, а также определение того, каким образом это предложение (из внутренних или внешних источников) соотносится с другими видами экономической деятельности, применяя в качестве справочных материалов таблицы ресурсов и использования в национальных счетах.

В настоящее время национальные ВСТ составляются на основе местных годовых статистических показателей, однако необходима разработка и создание ВСТ на уровне областей, провинций, городов. Некоторые показатели ВСТ не входят в статистическое наблюдение каждый год, а поэтому рассчитываются на основе усредненных уровней предшествующих лет. По такой методике можно рассчитывать квартальные ВСТ и делать прогнозы.

Задачей ВСТ является оценка экономических последствий посещения туристами конкретной страны, поездок внутри нее и выезда ее граждан в другие государства. В общий экономический счет страны необходимо включать услуги, оказанные в любой точке земного шара.

Иными словами, надо принимать во внимание не только прямое туристское потребление, но и вторичный эффект от всей другой производственной деятельности.

Полный вспомогательный счет туризма позволяет обеспечить:

– макроэкономические агрегированные показатели для описания масштабов и экономического значения туризма, такие как создаваемые непосредственно в секторе туризма валовая добавленная стоимость (ВДСНТ) и валовой внутренний продукт (ВВПНТ), соответствующие аналогичным агрегированным показателям как для экономики в целом, так и для других видов производительной экономической деятельности и представляющих интерес функциональных областей;

– подробные данные об осуществляемом туристами потреблении, представляющем собой более широкую категорию, связанную с деятельностью посетителей в качестве потребителей, а также о том, насколько это потребление обеспечивается отечественным предложением и импортом, включенные в таблицы, которые являются производными от общих таблиц ресурсов и использования в национальных счетах, как в текущих, так и в постоянных ценах;

– подробные счета производства отраслей туризма, включая данные о занятости, связях с другими видами производительной экономической деятельности и процессом валового накопления основного капитала;

– связь между экономическими данными и другой нестоимостной информацией о туризме, такой как число поездок (или прибытий), продолжительность пребывания, цель поездки, виды транспорта и т. д., которая необходима для определения параметров экономических переменных.

К странам не предъявляются какие-либо требования в отношении составления вспомогательного счета туризма. Тем не менее заполнение таблиц вспомогательного счета туризма следует рассматривать в качестве важного шага в рамках усилий по дальнейшей разработке и интеграции статистики туризма в национальную систему счетов конкретной страны. Страны, использующие вспомогательный счет туризма или включившие вспомогательный счет туризма в свои системы национальных счетов, смогли оценить роль этого инструмента с точки зрения расширения охвата и повышения качества статистики туризма, а также его значение для проведения макроэкономического анализа туризма.

Вспомогательный счет туризма как метод оценки роли туризма в экономике, который осваивается во многих странах, можно отнести к базовым инновациям, он основан на сборе и анализе огромного числа статистических данных, которые ранее не принимались во внимание при оценке туризма и его вкладе в экономику каждой страны.

Для внедрения ВСТ необходимо совершенствование системы национальной туристской статистики, основанной на информации и данных, получаемых от национальной службы статистики, национальной туристской администрации, Центрального банка, национальных ассоциаций туристских предприятий. Эти показатели должны дополняться данными департамента (ведомства) перевозок, таможенной и иммиграционной служб.

Так как ВСТ является инструментом, показывающим роль туризма в экономике государства, то важно знать его основные составляющие, дающие представление о необходимой организации государственного статистического наблюдения в туризме. Главная идея ВСТ – детальный анализ спроса на товары и услуги, которые сопрягаются с туризмом в экономике, и измерение этого спроса. С помощью ВСТ можно измерить:

- вклад туризма в ВВП;
- место туризма среди других секторов экономики;
- количество рабочих мест в различных секторах экономики, инициированных развитием туризма;
- объемы инвестиций в туризм;
- налоговые поступления, генерированные туристской индустрией;
- туристское потребление;
- людские ресурсы, задействованные в индустрии туризма.

ВСТ позволяет реально оценить экономический вес туристской отрасли. Объем туристских услуг влияет на развитие транспорта, сферы торговли, сети культурных учреждений, строительства, сельского хозяйства и др. ВСТ выявляет внутри каждой отрасли составляющие, зависящие от туризма, их экономическую эффективность.

Особенностью ВСТ являются агрегированные показатели, которыми измеряется результат общей экономической деятельности в области туризма. Они отображают: размер потребления во внутреннем туризме (расходы самих туристов и их спонсоров); добавленную стоимость; формирование основного капитала; коллективное туристское потребление и совокупный туристский спрос.

Предполагается включить в ВСТ систему оплаты труда в туризме (Tourism Labour Accounting System – LAST), методологические основы которой разработаны

Международной организацией труда (МОТ). Это позволит оценить количество работающих в сфере туризма, определить уровень материального вознаграждения, выявить наиболее распространенные специальности.

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. В. Домород

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

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

В современной экономической литературе существуют различные подходы к определению эффективности услуг здравоохранения и эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений. Кроме того, исследователями разработан ряд различных методик оценки эффективности санаторно-курортных организаций, однако нет однозначного подхода к определению эффективности здравниц. Следует отметить, что отсутствие единой комплексной системы показателей оценки эффективности предпринимательской деятельности санаторно-курортных организаций делает невозможным не только проведение полного всестороннего анализа эффективности деятельности конкретной организации, но и затрудняет оценку данных коэффициентов в целом по региону, отрасли, сравнение данных конкретного предприятия с предприятиями-конкурентами.

Целью исследования в данной работе является разработка медицинских критериев для оценки эффективности деятельности санаторно-курортного хозяйства Республики Беларусь.

Объектом исследования являются санаторно-курортные организации Республики Беларусь, а предметом – методы оценки эффективности, в частности медицинские критерии оценки эффективности.

Основным методом, который использовался в исследовании, является опрос и аналитический.

Освещенность данной тематики в литературе не высока. Основную информацию можно взять с интернет-портала Санатории Беларуси, а также в статьях различных журналов.

Эффективность санаторно-курортных организаций Республики Беларусь можно оценить исходя из категории, которая присваивается по итогам государственной аттестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций. Аттестация осуществляется согласно Положению «О критериях и порядке проведения государственной аттестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций» один раз в пять лет. Государственная аттестация проводится Республиканской комиссией по государственной аттестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций. Республиканская комиссия осуществляет государственную аттестацию санаторно-курортных и оздоровительных организаций на основании изучения материалов, представляемых этими организациями, и заключений рабочих групп, создаваемых для изучения деятельности санаторно-курортных и оздоровительных организаций из числа членов Республиканской комиссии, работников Республиканского центра по оздоровлению и санаторно-курортному лечению населения и представителей местных исполнительных и распорядительных органов. Проведение государственной ат-

тестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций организует Республиканский центр, который осуществляет сбор и подготовку материалов к заседаниям Республиканской комиссии, формирование состава рабочих групп, графиков проведения государственной аттестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций, а также организационно-техническое обеспечение работы Республиканской комиссии.

На основании результатов государственной аттестации санаторно-курортной или оздоровительной организации определяются (подтверждаются) ее статус «санаторно-курортная организация» или «оздоровительная организация» и категория.

Санаторно-курортным организациям по результатам государственной аттестации присваиваются следующие категории:

1) первая категория – санаторно-курортным организациям для взрослых, набравшим по результатам государственной аттестации 130 и более баллов, и санаторно-курортным организациям для детей, взрослых и детей, набравшим 140 и более баллов;

2) вторая категория – санаторно-курортным организациям для взрослых, набравшим от 110 до 130 баллов, и санаторно-курортным организациям для детей, взрослых и детей, набравшим от 120 до 140 баллов.

Студенческим санаториям-профилакториям категория не присваивается.

Оздоровительным организациям по результатам государственной аттестации присваиваются следующие категории:

1) первая категория – оздоровительным организациям для взрослых, набравшим от 85 до 110 баллов, и оздоровительным организациям для детей, взрослых и детей, набравшим от 90 до 120 баллов;

2) вторая категория – оздоровительным организациям для взрослых, набравшим от 70 до 85 баллов, и оздоровительным организациям для детей, взрослых и детей, набравшим от 70 до 90 баллов;

3) третья категория – оздоровительным организациям, набравшим менее 70 баллов.

Критерии государственной аттестации санаторно-курортных и оздоровительных организаций представлены на портале о санаториях Беларуси [1]. Все критерии подразделяются в зависимости от расположения организации, санитарно-экологического состояния региона, материально-технической базы, укомплектованности работниками, природных лечебных факторов, лечебно-реабилитационных услуг, результатов медицинской деятельности организации, питания, условий проживания, организации досуга, взаимосвязи с турорганизациями, организации спортивно-оздоровительной работы, организации обучения, жалоб, наличия санаторно-курортных услуг, предлагаемых за дополнительную плату. Однако для оценки эффективности этого недостаточно, так как не учтены экономические факторы и мнение потребителей, что является немало важным в настоящее время при столь высокой конкуренции на рынке санаторных услуг.

Предлагается разработать методику оценки эффективности для санаторно-курортных организаций. Укрупненно все критерии разделим на 3 группы:

- 1) экономические;
- 2) медицинские;
- 3) социальные.

Рассмотрим более подробно медицинские критерии. Блок медицинских критериев будет состоять из критериев Санаторное лечение и Результаты медицинской деятельности. Результаты медицинской деятельности будут определяться в соответствии с критериями государственной аттестации санаторно-курортных и оздорови-

тельных организаций, представленных на портале о санаториях Беларуси [1], исходя из которых видно, что максимальный балл по данному критерию не может превышать 20 баллов. Санаторное лечение будет включать следующие оцениваемые параметры:

- 1) основные методы лечения;
- 2) диагностические кабинеты;
- 3) лечебные кабинеты;
- 4) наличие платных дополнительных медицинских услуг;
- 5) укомплектованность работниками согласно штатным нормативам [1];
- 6) наличие бювета минеральной воды [1];
- 7) применение природной минеральной воды [1];
- 8) грязелечение [1].

В санаториях Беларуси применяются следующие основные методы лечения [1]:

- 1) спелеотерапия и галотерапия;
- 2) лечебная физкультура;
- 3) лечебный массаж;
- 4) бальнеогрязелечение;
- 5) питьевое лечение минеральной водой;
- 6) фитотерапия;
- 7) ингаляции;
- 8) сауна;
- 9) электросветолечение;
- 10) рефлексотерапия;
- 11) мануальная терапия;
- 12) тракционная терапия;
- 13) психотерапия;
- 14) диетотерапия и медикаментозная терапия.

Данные методы свойственны для всех медицинских профилей. Исходя из этого максимальное количество баллов по данному параметру не может превышать 14.

Параметры «диагностические кабинеты», «лечебные кабинеты» также оцениваются исходя из их количества в санатории. Диагностические кабинеты являются одной из составляющих оценки основных методов лечения, но будут оцениваться отдельно, так как имеют большое значение при выборе санаторно-курортной или же оздоровительной организации. Согласно классификации медицинских кабинетов в санаториях Республики Беларусь к диагностическим кабинетам относят 15 кабинетов: акупунктурной диагностики, гастроэнтероскопический, иридодиагностики, клиническую и биохимическую лабораторию, колькоскопии, компьютерной диагностики, рентгеновский, рефлексодиагностики, ультразвук, функциональной диагностики, электрокардиографии, электрокардиографии и холтеровского мониторирования, электропунктурной диагностики и СУ-ДЖОК аупунктуры, эндоскопической диагностики. Максимальное количество баллов по данному параметру – 15.

Согласно классификации медицинских кабинетов в санаториях Республики, кабинеты делятся на диагностические, физиотерапевтические, психотерапевтические, бальнеолечение, лечение заболеваний позвоночника, спелеолечение, акупунктура, теплелечение, лечение ЖКТ, другие виды терапии. Каждый из данных видов имеет свои подразделения. Максимальное количество баллов по параметру «лечебные кабинеты» составит 10 баллов.

Параметр «наличие платных дополнительных медицинских услуг» также оценивается количественным способом, т. е. санаторию, у которого наибольшее количество платных дополнительных услуг, присваивается 10 баллов.

После того, как были определены баллы по всем параметрам критерия «санаторное лечение», подсчитывается сумма баллов по санаторному лечению и результатам медицинской деятельности. Чем ближе данная сумма по медицинским критериям к максимуму, тем наиболее эффективно работает санаторно-курортная организация.

Литература

1. Режим доступа: <http://www.sanatorii.by>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СТИМУЛИРОВАНИЮ СБЫТА НА ОАО «РЕЧИЦКИЙ ТЕКСТИЛЬ»

М. В. Лифанова

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

ОАО «Речицкий текстиль» – крупнейший производитель текстильных изделий для дома в Республике Беларусь, широкий ассортимент которых включает в себя полотенца, простыни, салфетки и халаты махровые; скатерти и полотенца вафельные; комплекты столовые и декоративные; покрывала; пледы; мебельно-декоративные, вафельные и махровые ткани; постельное белье. У продукции предприятия множество потребителей: это розничные магазины домашнего текстиля, предприятия гостиничного и ресторанного бизнеса, санатории, дома отдыха, лечебные учреждения и многие другие.

Под стимулированием сбыта следует понимать комплекс мероприятий, призванных содействовать продаже продукции. Главная задача стимулирования сбыта – побуждение потребителя совершать закупки больших партий продукции и к регулярным коммерческим связям с предприятием.

Для стимулирования сбыта на предприятии ОАО «Речицкий текстиль» можно использовать различные инструменты, например, скидки, конкурсы, купоны и многое другое. Их главное назначение – увеличить продажи.

Обратимся непосредственно к скидкам, а именно к скидкам за объем разовой закупки. Задача таких скидок – побудить покупателей приобретать больший объем товара. Для предприятия несомненный плюс в том, что при увеличении объема партий появляется возможность сэкономить затраты на организации продаж, хранения, обработке документации и особенно транспортировке.

Скидка должна быть обоснована. Обоснованная скидка – это информация, внятно характеризующая цель скидки, сроки действия скидок, условия получения скидок, причины установления скидок на товар или услугу. Чтобы правильно обосновать скидку, необходимо указать следующие составляющие:

1. Цель скидки – ключевой фактор как для клиента, так и для продавца. Целью может выступать стимулирование роста продаж, завоевания новых рынков сбыта, социальные цели, благотворительность или помощь малообеспеченным семьям.
2. Причины установления скидки – указывается причина, почему на товар или услугу установлена скидка. Например, брак продукции или праздничная акция.

3. Срок действия скидки. Необходимо обязательно указывать и упоминать срок действия скидки и время, если скидка планируется предоставляться в определенные часы работы фирмы, чтобы правильно информировать клиента.

4. Условия получения скидки. Необходимо указать все условия для получения скидки – предъявление дисконтной карты, приобретение товара на определенную сумму.

Если скидка необоснованна, то существует вероятность того, что аудитория не будет правильно информирована, а это означает, что эффективность акции не будет высокой

Для предприятия ОАО «Речицкий текстиль», в розничной сети, например при продаже в фирменном магазине предприятия, скидку следует связывать с каким-либо событием или праздником, например в течение марта, как первого весеннего месяца и международного дня женщин; недельную акцию можно сделать и к 14, и к 23 февраля, именно в эти периоды спрос возрастает. Так как используется скидка за объем, то следует задать определенное количество товара, купив которое, покупатель получит скидку, например три полотенца, которые покупатель сможет скомплектовать самостоятельно – выбрать цветовое оформление, размер, с рисунком или без. Распространение информации с предложениями скидок должно осуществляться агентами по сбыту, что обеспечит высокую избирательность, нацеленность на заранее выбранный круг потребителей, высокую степень восприимчивости потребителей и их внимания к продукту.

Верхней границей величины таких скидок выступает сумма экономии, получаемой предприятием при увеличении объема единичной партии поставки против стандартного размера. Величина превышения минимальной партии закупки, при которой покупатели получают право на скидку, должна определяться не случайным образом, а с использованием формул расчета безубыточности ценовых решений. На этой основе была рассчитана следующая схема предоставления скидок за превышение стандартного объема закупки (табл.).

Расчет условий предоставления скидок за превышение стандартного объема закупки товара

| Доля выигрыша в цене товара № п/п | Прирост величины поставляемой партии, необходимый для сохранения прежней суммы выигрыша от продаж, при предоставлении скидки, в % | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | Величина скидки с номинальной цены, в % | | | | | | | | | |
| 1 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 2 | 100 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 3 | 50 | 200 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 4 | 33 | 100 | 300 | * | * | * | * | * | * | * |
| 5 | 25 | 67 | 150 | 400 | * | * | * | * | * | * |
| 6 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | * | * | * | * | * |
| 7 | 17 | 40 | 75 | 133 | 250 | 600 | * | * | * | * |
| 8 | 14 | 33 | 60 | 100 | 167 | 300 | 700 | * | * | * |
| 9 | 13 | 29 | 50 | 80 | 125 | 200 | 350 | 800 | * | * |
| 10 | 11 | 25 | 43 | 67 | 100 | 150 | 233 | 400 | 900 | * |
| 11 | 10 | 22 | 38 | 57 | 83 | 120 | 175 | 267 | 450 | 1000 |

Окончание

| Доля выигрыша в цене товара № п/п | Прирост величины поставляемой партии, необходимый для сохранения прежней суммы выигрыша от продаж, при предоставлении скидки, в % | | | | | | | | | |
|--|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Величина скидки с номинальной цены, в % | | | | | | | | | |
| 12 | 9 | 20 | 33 | 50 | 71 | 100 | 140 | 200 | 300 | 500 |
| 13 | 8 | 18 | 30 | 44 | 63 | 86 | 117 | 160 | 225 | 333 |
| 14 | 8 | 17 | 27 | 40 | 56 | 75 | 100 | 133 | 180 | 250 |
| 15 | 7 | 15 | 25 | 36 | 50 | 67 | 88 | 114 | 150 | 200 |
| 16 | 6 | 14 | 23 | 33 | 45 | 60 | 78 | 100 | 129 | 167 |
| 17 | 6 | 13 | 21 | 31 | 42 | 55 | 70 | 89 | 113 | 143 |
| 18 | 6 | 13 | 20 | 29 | 38 | 50 | 64 | 80 | 100 | 125 |
| 19 | 6 | 12 | 19 | 27 | 36 | 46 | 58 | 73 | 90 | 111 |
| 20 | 5 | 11 | 18 | 25 | 33 | 43 | 54 | 67 | 82 | 100 |
| 21 | 5 | 11 | 17 | 24 | 31 | 40 | 50 | 62 | 75 | 91 |
| 22 | 5 | 10 | 16 | 22 | 29 | 38 | 47 | 57 | 69 | 83 |
| 23 | 5 | 10 | 15 | 21 | 28 | 35 | 44 | 53 | 64 | 77 |
| 24 | 4 | 9 | 14 | 20 | 26 | 33 | 41 | 50 | 60 | 71 |
| 25 | 4 | 9 | 14 | 19 | 25 | 32 | 39 | 47 | 56 | 67 |
| 26 | 4 | 8 | 13 | 18 | 24 | 30 | 37 | 44 | 53 | 63 |

Таблица показывает, что если увеличение объема закупаемой партии не ведет к изменению себестоимости (средних полных издержек производства) 1 единицы продукции, то для сохранения хотя бы прежней прибыльности продаж величину скидки надо определять с учетом двух факторов:

- 1) доли в цене выигрыша (разницы между ценой и прямыми издержками производства 1 единицы товара) – чем она выше, тем меньшее превышение объема закупки сверх стандартного размера достаточно для оправдания предоставления скидки;
- 2) минимальные величины прироста закупаемой партии товара сверх стандартного объема, при которых мы можем дать скидку.

Если, например, у фирмы стандартная норма отгрузки составляет 100 единиц товара, а доля выигрыша в цене 20 %, то она может без финансового ущерба для себя предоставить скидку в 3 % с цены прайс-листа только в том случае, если покупатель согласится приобрести партию товара на 18 % больше стандартной величины, т. е. закупит 118 единиц.

Таким образом, если величина скидки выбрана правильно, то в результате такой коммерческой политики (несмотря на снижение реальной цены продаж) фирма все же получит прирост прибыли.

Исследование влияния скидок на рост объемов сбыта и прибыли показывают, что скидки особенно действенны тогда, когда имеется крупная группа покупателей с большой эластичностью спроса. Продукцию ОАО «Речицкий текстиль» приобретают как потребители в фирменных магазинах и секциях, так и предприятия гостиничного и ресторанного бизнеса, санатории, дома отдыха, лечебные учреждения, розничные магазины домашнего текстиля и многие другие, поэтому продукция все-

гда является востребованной. Следовательно, такие скидки будут экономически эффективными для предприятия ОАО «Речицкий текстиль».

Необходимо обратить внимание на учет экономических последствий при применении скидок для покупателя. Дело в том, что, приобретая разово большую партию товара, покупатель выигрывает за счет возможности приобретения каждой единицы товара по пониженной цене, но зачастую заданное количество товара, при котором покупателю предоставляется скидка, ему не нужно. Нередко этот фактор настолько силен, что скидки за большой объем разовой закупки теряют смысл. Также необходимо понимать, что ценовая политика и политика скидок – это некое единое целое, при создании которого важнейшее требование – учет не только интересов тех, кому непосредственно предоставляется скидка, но и учет влияния этого шага на всю структуру взаимоотношений в маркетинговых каналах. Скидки становятся особой частью ценовой политики и рассчитываются строго на основе оценки необходимых функциональных издержек. Такого рода расчеты требуют серьезной информационной базы и соответствующей квалификации экономистов и финансистов предприятия.

Цель предоставления скидок, как и любого другого мероприятия по стимулированию сбыта – увеличение объема продаж. Уровень прибыли будет расти только в том случае, если объем продаж при предоставлении каждой скидки будет превышать расчетный для каждого процента скидок. Игнорирование причин снижения или повышения покупательского спроса может привести к тому, что фактические показатели могут существенно отличаться от расчетных, и хорошо, если в большую сторону. Это может грозить как снижением ожидаемой прибыли, так и появлением неликвидного, залежалого товара. Поэтому перед тем, как применять ту или иную систему скидок на продукцию предприятия или использовать любые другие способы стимулирования сбыта, необходимо тщательно взвесить все «за и против», рассмотреть возможные потери и прибыль, изучить особенности поведения потребителей и опыт конкурентов.

ФОРМИРОВАНИЕ ИМИДЖА СПОРТИВНОГО КЛУБА «ГОМЕЛЬСКИЙ ВОЛЕЙБОЛЬНЫЙ КЛУБ»

Е. В. Антушевич

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Команда «Гомельский волейбольный клуб» (далее «ГВК») была создана 2 августа 1999 г. За 12 лет существования у «ГВК» были периоды взлетов и падений, а также был золотой период «ГВК» с 2001 по 2005 г. За этот период команда сумела завоевать 9 главных трофеев страны, включая чемпионат страны, кубок страны и универсиаду.

Однако как в периоды взлетов, так и падений руководство команды не занималось формированием и развитием имиджа команды. Не было никакой стратегии по продвижению команды на рынке спортивной индустрии. И это привело к тому, что количество зрителей на матче команды ежегодно сокращалось с 2006 г. В этом году средняя посещаемость матча составляла 474 зрителя, а уже в 2011 г. – 264 зрителя, хотя зал вмещает 900 зрителей. Это даже кажется смешным, что в городе, в котором проживает больше 400 тыс. жителей, поддерживает команду 264 человека в среднем

за матч. Столь резкое сокращение связано в первую очередь с тем, что другие спортивные команды города, такие как футбольный клуб «Гомель» и хоккейный клуб «Гомель», стали проводить крупные рекламные кампании и начали «общаться» со своей целевой аудиторией.

Главная цель предлагаемого проекта – это формирование имиджа спортивной команды «ГВК», используя множество направлений. Задачи проекта связаны с тем, чтобы помочь клубу по следующим направлениям:

- 1) увеличить количество зрителей на матче;
- 2) создать оптимальные условия для развития мастерства игроков;
- 3) организовать взаимобратную связь между болельщиками и командой;
- 4) обеспечить приток детей в спортивные школы на секции волейбола;
- 5) создать благоприятную атмосферу на матчах команды «ГВК».

Выбор именно этих задач в данном проекте не случаен, так как все они тесно связаны с имиджем спортивного клуба. Большое количество зрителей на матче говорит о популярности команды, а если юные спортсмены мечтают быть только волейболистами, то это говорит о популярности вида спорта, и команды в частности. А связь с болельщиками поможет исправить «ГВК» свои недостатки в организации спортивного матча и в других сферах.

Для решения поставленных задач необходимо реализовать 4 мероприятия: 1) построить в Гомеле спортивный комплекс игровых видов спорта; 2) создать для команды «ГВК» корпоративного героя «Волейбоша»; 3) на матчах с участием команды «ГВК» проводить различные конкурсы со зрителями и дарить им призы с эмблемой клуба; 4) услуга «Карета подана!».

Предложенные мероприятия могут показаться слишком амбициозными и дорогостоящими, особенно строительство спорткомплекса. Но почему бы и нет?! Ведь в Гомеле нет специализированного места, в котором могли бы заниматься спортом спортсмены-профессионалы по нескольким видам спорта и одновременно дети, занимающиеся в секциях. А корпоративный герой и услуга «Карета подана!» станут первыми среди спортивных команд по всем видам спорта в Республике Беларусь.

Для строительства спортивного комплекса разработан бизнес-план, согласно которому капитальные затраты составят 17393 млн р. (по ценам января 2012 г.). В комплексе будут тренировочные залы для мини-футбола волейбола, баскетбола и гандбола, по два на каждый вид спорта, главная арена с трибунами на 2 тыс. зрителей, тренажерный зал, столы для настольного тенниса, настольного футбола и настольного хоккея.

Для того чтобы оценить степень необходимости строительства подобного спортивного комплекса, был проведен опрос жителей г. Гомеля, чтобы узнать, как они относятся к такой идее. Респондентам предлагалось ответить на несколько вопросов, один из которых был таким: «Считаете ли Вы необходимым открытие спортивного комплекса для данных видов спорта в г. Гомеле?». Ответы респондентов распределились следующим образом: «Да» – 86 %; «Нет» – 0 %; «Скорее, да, чем нет» – 12 %; «Скорее, нет, чем да» – 2 %. Таким образом, подавляющее число респондентов высказалось за строительство спортивного комплекса.

Подобный комплекс принесет огромную пользу «ГВК», так как будут созданы самые лучшие условия для спортсменов, а также в клуб, вероятно, захотят перейти известные зарубежные игроки, ведь для профессионала важен не только хороший контракт, но и условия для тренировок. Также «ГВК» не стоит забывать и о смене поколений. Следует добиться того, чтобы дети занимались у профессиональных тренеров под «присмотром» тренеров «ГВК», дабы не упустить подрастающие таланты.

Но также в комплексе будут заниматься дети и профессиональные команды по другим видам спорта. А на главной арене можно проводить выставки, концерты, собрания и другие мероприятия. В любом случае от спорткомплекса выиграют все: и «ГВК», и болельщики, и дети, и город в целом. Следует отметить, что каждая известная команда имеет свой стадион или спортивную арену, а иначе и быть не может.

Что касается финансовой стороны вопроса, то предлагается набор детей в секции платный. В 2012 г. за 12 занятий в месяц родителям ребенка пришлось бы заплатить 85200. Однако их ребенок тренировался бы у высококлассных тренеров в отличных условиях. Еще одним направлением дохода комплекса будет сдача в аренду площади на главной арене комплекса для размещения рекламных щитов предприятий. А также прибыль планируется получать от реализации билетов на спортивные матчи. Суммарная выручка от реализации всех видов услуг за первый год работы составила бы 1758 млн р., при загруженности производственных мощностей 55–60 % (исключение спортивная секция – 100 %). По итогам 5 прогнозных лет комплекс еще не принесет чистой дисконтированной прибыли. Динамический срок окупаемости проекта составляет 7,5 лет.

Второе, что нужно сделать менеджерам клуба в создании положительного имиджа «ГВК», это дать болельщикам по-настоящему то, за чем они пришли – зрелище. При невнятной игре болельщики на трибунах иногда просто «засыпают». Если на игру мы не можем повлиять, значит надо влиять на болельщиков. Необходимо проводить различные конкурсы, лотереи, и прочие развлекательные мероприятия с целью «расшевелить» зрителей. За это самые активные болельщики будут получать призы с нанесенной эмблемой клуба. До начала матча на разминке можно устроить розыгрыш лотереи, в перерывах можно провести конкурс на лучший плакат, а в конце встречи наградить самых активных болельщиков. Также необходимо проводить фотосессии с игроками. Для того чтобы закупить призов, и лотерейных сувениров на один матч, необходимо выделить 1 млн р. Соответственно расходы за сезон составят при 17 домашних играх команды 17 млн р. Однако люди будут приходить и получать массу удовольствия не только от игры, но и от дополнительных развлечений, при этом получают сувенир с эмблемой клуба, что повышает имидж спортивной команды.

«ГВК» также следует создать корпоративного героя. Корпоративный герой – это вымышленный герой, главный образ рекламной кампании, один из наиболее активных элементов фирменного стиля. Для «ГВК» подошел бы корпоративный герой – «Семья Волейбоши». Это обычная семья, которая состоит из «Волейбоши» папы, мамы, сына и дочери и одеты в специальные костюмы. Подобные герои будут выполнять 2 основные задачи: во-первых, корпоративный герой станет «лицом» клуба и существенно поможет в дальнейших рекламных компаниях «ГВК». Во-вторых, на играх команды люди, переодетые в костюмы семьи «Волейбоши», бегали бы по всему залу, хлопали в ладоши, веселились и баловались, тем самым развлекали бы дополнительно зрителей, особенно детей, и показывали бы на своем примере, как активно следует поддерживать команду. Для пошива двух взрослых и двух детских костюмов «Волейбоши» потребуется 4296 тыс. р. Костюм представляет собой пластиковый каркас шарообразной формы, обтянутый мехом, с надписью по середине «Волейбоша», и покрашен в желто-салатовый цвет (фирменные цвета клуба). Оплата наемным людям в сезон составит 3700 тыс. р. Также изображение героя необходимо нанести на всю сувенирную продукцию клуба «ГВК». Необходимо добиться того, чтобы люди, глядя на «Волейбошу», вспоминали о команде «ГВК» и о том замечательном времени, которое они провели на играх команды.

Еще одно мероприятие, которое следует проводить «ГВК» – это «Карета подана!». Принцип действия мероприятия следующий: на входе в спортивный зал, где состоится матч с участием команды «ГВК», будет стоять корпоративный герой и предлагать первым пришедшим 18 зрителям, чтобы их по окончании игры отвез домой на автомобиле один из игроков команды «ГВК». Эта «услуга», конечно же, бесплатная и добровольная. При желании можно и отказаться, тогда корпоративный герой будет предлагать подобную «услугу» другим болельщикам, пока все места не будут заняты.

Преимущества данного новшества весьма очевидны. Во-первых, это мероприятие показывает болельщикам, что клуб «ГВК» заботится о них и сделает все ради их удобства, а это повышает имидж команды. Во-вторых, руководство «ГВК» теперь сможет получить ту ценную информацию от болельщиков, которую нигде больше не получит. Когда игрок будет подвозить болельщиков, он сможет в непринужденной обстановке узнать их мнение о том, что их устраивает в игре и организации матча, а что не устраивает; можно также выяснить предпочтения болельщиков относительно определенных направлений и многое другое.

Конечно же, руководству клуба «ГВК» необходимо предварительно проконсультировать игроков о том, как вести диалог с болельщиками и как себя вести в их присутствии (не курить, нецензурно не выражаться и т. д.). Также руководство клуба должно компенсировать затраты спортсмена на топливо для автомобиля. Поскольку в команде «ГВК» 6 игроков имеют автомобиль, следовательно, для обеспечения комфорта в одну машину сядет три болельщика. Таким образом, общее количество болельщиков, которые смогут воспользоваться данной услугой, равно восемнадцати.

Подводя итог, следует отметить, что «ГВК» необходимо в срочном порядке реализовать хотя бы одно мероприятие, иначе клуб рискует остаться без болельщиков. А не будет их, зачем тогда играть? Для кого? А в спорте, как известно, успешной будет та команда, которую всегда поддерживают зрители. А успех напрямую влияет на имидж команды. Все взаимосвязано!

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПАКОВКИ ТОВАРА НА ОАО «МОЗЫРЬСОЛЬ»

Н. С. Гвоздева

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

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Качественная упаковка продукции – первый шаг к увеличению объемов продаж. Эргономичность, надежность, экологическая чистота и привлекательность – немаловажные качества упаковки, во многом определяющие покупательский спрос на товар. При разговоре о пищевых продуктах приоритетным становится вопрос о безопасности упаковочного материала для здоровья человека. Кроме того, любая фасованная продукция более привлекательна, если ее внешняя оболочка выполнена с учетом удобства использования.

Упаковка и маркировка товара позволяет защитить продукты питания от влияния ультрафиолета, загрязнения, попадания микрофлоры, от деформации в процессе перевозки и хранения. Ее качественное выполнение предотвращает пересыхание многих видов пищевых продуктов, сохраняет их свежими продолжительное время.

Особые требования предъявляются к ее форме. С целью минимизации транспортных расходов упакованный товар должен компактно складироваться. Экономичность упаковки заключается и в снижении затрат на материалы, из которых она изготавливается. Практичная упаковка продукции – один из конкурентных признаков товара.

В настоящее время ОАО «Мозырьсоль» является лидером среди крупнейших производителей соли экстра на территории стран СНГ и Восточной Европы. Ежедневно завод производит более 1000 т 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, и 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 новые фасовочные автоматы – объемные шнековые дозаторы «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.

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 снизится на порядок.

Такая упаковка, благодаря плоским широким специальным швам, может выдерживать наружное давление в десятки килограммов. 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.

Для того чтобы закупить качественное фасовочное оборудование, необходимо выбрать подходящего поставщика, а также изучить все характеристики предлагаемого им упаковочного автомата.

Обоснование выбора поставщиков оборудования (объемных шнековых дозаторов «Бестром 1400»), основанное на сравнительных технических характеристиках оборудования ведущих производителей и условиях его поставки, условия послепродажного обслуживания, гарантий и цены представлено в табл. 1.

Таблица 1

Обоснование выбора поставщика оборудования

| Наименование показателя | ЗАО «Бестром» | Bosch/Бош Упаковочная техника в России и СНГ | ООО «Русская машинострои- тельная компания» | «Русская трапеза» |
|---|-------------------|---|--|----------------------|
| 1. Производительность, упак. в мин | 150 | 1–80 | 100 | до 40 |
| 2. Масса дозы, г | 10–10000 | 10–200 | 10–250 | до 5 |
| 3. Установленная мощность, кВт | 3 | 1 | 1,7 | 3 |
| 4. Габаритные размеры, мм | 1450 × 750 × 1040 | 1200 × 2200 × 1650 | 1200 × 950 × 2200 | 2900 × 1300 × 1970 |
| 5. Масса, кг | 130 | 750 | 270 | 900 |
| 6. Страна-производитель оборудования | Россия | Россия | Россия | Россия |
| 7. Полезный срок службы оборудования, лет | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 8. Послегарантийное обслуживание | Да | Да | Да | Да |
| 9. Цена единицы оборудования, бел. р. | 25970000 | 30890000 | 31566000 | 26890000 |
| 10. Форма оплаты | Рассрочка платежа | Предоплата | Авансовый платеж | Предоплата |

Анализируя данные организаций, которые поставляют упаковочное оборудование, можно сделать вывод о том, что предприятие ЗАО «Бестром» нам подходит больше, чем другие предприятия, как по многим техническим характеристикам оборудования, условиям обслуживания, так и по форме оплаты и цене.

Обоснование объема инвестиционных затрат на 1 единицу оборудования, необходимых для подготовки и организации производства, представлено в табл. 2.

Таблица 2

Обоснование объема инвестиционных затрат на 1 единицу оборудования, необходимых для подготовки организации производства

| Вид производственных мощностей | Потребность на обеспечение производственной программы | Стоимость единицы производственной мощности, млн р. | Объем инвестиционных затрат, млн р. |
|--|---|---|-------------------------------------|
| Объемный шнековый дозатор «Бестром 1400» | 1 | 26 | 26 |

Примечание. Собственная разработка.

Закупка нового оборудования хоть и является затратным мероприятием, но она необходима для повышения качества и надежности упаковки выпускаемой продукции.

Рассчитаем срок окупаемости нового оборудования для ОАО «Мозырьсоль».

Для этого определяем выпуск кг соли в год, а также прибыль за год от производства соли:

$$V = \text{Пр} \cdot N, \quad (1)$$

где V – выпуск кг соли в год, кг; Пр – средняя производительность в смену, шт/кг; N – количество смен, шт.

$$V = 72000 \cdot 22 = 1584000 \text{ (кг)},$$

$$\Pi = \Pi_1 V, \quad (2)$$

где Π – прибыль за год от производства соли; Π_1 – прибыль от производства 1 кг соли; V – выпуск кг соли в год.

$$\Pi = 369 \cdot 1584000 = 584,5 \text{ (млн р.)}$$

Далее рассчитаем непосредственно срок окупаемости нового оборудования ОАО «Мозырьсоль»:

$$\text{Срок окупаемости} = \text{Затраты} / \text{Прибыль}. \quad (3)$$

$$\text{Срок окупаемости} = 25,97584,5 = 0,04 \text{ (года)}.$$

Исходя из расчетов, комплект оборудования окупится в первом же месяце.

В связи с этим можно рассчитать экономический эффект от внедрения данного оборудования:

$$\text{Э} = \text{Прибыль} - \text{Затраты}. \quad (4)$$

$$\text{Э} = 584,5 - 25,97 = 558,5 \text{ (млн р.)}.$$

Как видно, при закупке нового оборудования эффект составит 558,5 млн р., вместе с этим предприятие еще и получит качественную и надежную упаковку.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ» КАК ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ УСЛОВИЕ ИЗУЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ МАРКЕТИНГА

Д. С. Михалевич

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Проблематика устойчивости в экономической науке, как утверждают многочисленные работы представителей научного сообщества, развивалась по двум направлениям: на макро- и мезоуровнях, в отношении национального и регионального хозяйства в целом – как концепция устойчивого развития, в рамках которой особое

внимание уделяется экологическим проблемам долгосрочного плана; на микроуровне, в отношении отдельных хозяйствующих субъектов (предприятий, фирм, корпораций) – как концепция экономической устойчивости (ЭУ), в рамках которой больше разработаны отдельные аспекты последней (вопросы финансовой, стратегической, организационно-структурной устойчивости, экономической надежности и безопасности). В то же время проблема комплексного исследования экономической устойчивости – в самостоятельном понимании этой управленческой категории, отличном от концепции устойчивого развития – применительно к региональным хозяйственным системам осталась за рамками внимания научного сообщества.

В настоящее время, судя по степени научной разработанности проблемы, не существует законченной научной теории экономической устойчивости, обеспеченной целостным теоретико-методологическим обоснованием и практическим осмыслением, обусловленным эффективностью результатов ее приложения к хозяйственной деятельности. В то же время отдельные, достаточно существенные аспекты, формирующие в совокупности разделы данной концепции, развиваются довольно успешно, особенно применительно к конкретным экономическим системам ограниченной проблематики, важнейшие научные положения и выводы которых потенциально могут сыграть роль базовых в дальнейших исследованиях автора.

В связи с этим целью данных исследований является попытка изыскать и сопоставить имеющиеся в научной литературе концепции и взгляды на понимание сущности экономической устойчивости на микроуровне в отношении предприятия и на этой основе сформулировать свое понимание вопроса, что позволит разработать приемлемую методику исследования проблемы. Методологическим подходом на данном этапе исследований, таким образом, выступает оценка существующих концепций и методик анализа хозяйственной деятельности предприятия на предмет формирования его экономической устойчивости.

Экономическая устойчивость – понятие сложное, комплексное, как и сама хозяйственная деятельность. Одних определений экономической устойчивости несколько десятков. Термин «экономический» предполагает созидательный процесс, результатом которого должно быть какое-либо благо, удовлетворяющее определенные потребности людей или хозяйствующих субъектов. Поэтому экономическая устойчивость может быть применена для характеристики субъектов, осуществляющих хозяйственную деятельность, результатов этой деятельности и ее последствий для самого субъекта.

Экономическая устойчивость формируется под воздействием комплекса факторов внутренней и внешней среды. Их можно подразделить по методам на: экономические и неэкономические (политические, правовые, экологические); по способам: факторы прямого и косвенного воздействия. Их соотношение, взаимодействие, взаимосвязь исключительно важны и актуальны не только для отдельно взятых субъектов, но и для всей экономической системы. В определенные исторические периоды воздействие одних усиливается, других – ослабевает.

Факторы внешней среды имеют различные уровни и направленности воздействия. Возможно их разделение на три уровня: региональный, национальный и вненациональный (международный). По своей направленности факторы являются стабилизирующими или дестабилизирующими.

Факторы внешней среды национального и регионального уровня можно подразделить на две основные группы: прямого и косвенного воздействия.

Факторы прямого воздействия непосредственно влияют на функционирование предприятия и испытывают на себе влияние его операций. К данной группе факторов относят поставщиков трудовых, финансовых, информационных, материальных и пр. ресурсов, потребителей, конкурентов и т. д.

Факторы косвенного воздействия играют роль фоновых факторов, увеличивающих или уменьшающих экономическую устойчивость. К данной группе факторов относят состояние экономики, природные, социально-политические, нормативно-правовые факторы и т. д. Реакция предприятия на факторы прямого и косвенного воздействия различна. На изменения в факторах прямого воздействия предприятие может реагировать двояко: оно может перестроить внутреннюю среду и начать политику как приспособления, так и политику активного или пассивного противодействия. К факторам косвенного воздействия предприятие вынуждено максимально приспособлять свои цели, задачи, структуру, технологию, персонал.

Признавая глубокую и неразрывную связь факторов прямого и косвенного воздействия, их взаимообусловленность, следует отметить, что в те или иные периоды развития общества, особенно в период трансформации общественно-экономических отношений, зачастую детерминирующая роль принадлежит факторам косвенного воздействия (политическим, правовым, экологическим). Кардинальные изменения экономического курса, внедрение капиталистических экономических отношений в обществе стало результатом, прежде всего, воздействия политических факторов. Внедрение частной собственности, приватизация – одновременно форма и итог этого воздействия.

Факторы экономической устойчивости, сформировавшиеся в экономически развитых странах, не всегда тождественны факторам, сложившимся в странах с переходными экономическими отношениями, и могут оказывать противоположное влияние на экономическое состояние предприятий.

Несмотря на все разнообразие факторов, в наиболее общем виде экономическую устойчивость предприятия определяют три основных фактора: *экономический рост*, как решающий фактор; *экономическое равновесие* (состояние внешней и внутренней среды предприятия), которое подтверждает нормальное функционирование всех подсистем предприятия; *уровень менеджмента*, обеспечивающий гармоничное развитие предприятия в процессе его деятельности.

Исследование экономической устойчивости было бы поверхностным, если бы были оставлены в стороне некоторые специфические особенности экономических процессов. Экономический процесс развития хозяйствующего объекта есть постоянное изменение, движение в виде взаимодействия факторов производства и хозяйственной деятельности. Следовательно, экономическая устойчивость носит дискретный характер. В каждый отдельный фиксированный момент времени экономическая устойчивость хозяйствующего субъекта является статической устойчивостью. В большей степени отвечает природе экономических отношений динамическая экономическая устойчивость. Она характеризует и оценивает процесс развития хозяйствующих объектов в постоянном движении во времени. Два вышеназванных вида экономической устойчивости – статическая и динамическая – в процессе хозяйственной деятельности взаимообусловлены и взаимодополняют друг друга, существуют в едином экономическом пространстве.

Вместе с тем, поскольку хозяйственные объекты представляют собой комплекс подсистем хозяйствования или систему, их комплексная деятельность в отношении обеспечения экономической устойчивости должна анализироваться методически

с позиций анализа системы, а не единичного объекта. Современные исследования экономической устойчивости, как показывают многочисленные научные источники, все больше и опираются на концепции и методологические разработки устойчивости социально-экономических систем. Таким образом, экономическая устойчивость – это состояние развивающейся экономической системы, при котором все ее элементы находятся в равновесии. Применительно к предприятию экономическая устойчивость – это способность предприятия в процессе своего развития сохранять общее равновесие всех подсистем.

Категория «экономическая устойчивость» характеризует все аспекты деятельности предприятия в динамике, поэтому является достаточно важным интегральным показателем, объединяющим в себе многие более частные показатели экономического состояния предприятия, например: финансовую устойчивость, экономическую стабильность, экономическое равновесие, экономическую безопасность и т. п.

Концепция экономической устойчивости заключается в максимальном значении роста экономики (в том числе предприятия) при минимальном отклонении экономической системы (предприятия) от состояния равновесия. Эти два основных фактора и легли в основу построения общей модели экономической устойчивости (рис. 1), которую и предлагается применять в деятельности предприятия для оценки его состояния. В зависимости от различных сочетаний рассмотренных выше факторов определяется то или иное состояние экономической устойчивости предприятия, из них можно выделить четыре основные группы: 1. Если экономическая система динамично развивается и при этом сохраняет равновесие своих элементов, ее состояние можно охарактеризовать как «относительная экономическая устойчивость» (рис. 1, квадрат 1). 2. Если экономическая система динамично развивается, но ценой внутренних диспропорций, ее состояние можно охарактеризовать как «критическая экономическая устойчивость» (рис. 1, квадрат 2). 3. Если экономическая система не развивается и при этом внутренний дисбаланс ставит под угрозу ее существование, ее состояние можно охарактеризовать как «экономическая неустойчивость» (рис. 1, квадрат 3). 4. Если экономическая система не развивается, но при этом сохраняет равновесие своих элементов, ее состояние можно характеризовать как «стагнация» (рис. 1, квадрат 4).

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| 2 Критическая ЭУ | 1 Относительная ЭУ |
| 3 Экономическая неустойчивость | 4 Стагнация |
| Дисбаланс | Равновесие |
| Состояние системы | |

Рис. 1. Модель экономической устойчивости

Возможная модель экономической устойчивости (рис. 1) может достаточно легко применяться на практике для повышения эффективности управления предприятием, при оценке деятельности предприятия со стороны инвесторов, партнеров, конкурентов, а также при составлении рейтингов предприятий по показателю экономической устойчивости. Хозяйствование с обеспечением экономического роста наблюдается при перемещении от нижнего уровня таблицы к верхнему уровню.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНДИНГОВОЙ ТОРГОВЛИ КАК ИНСТРУМЕНТА КОММУНИКАЦИОННОЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ

Т. С. Богданович

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

В современном мире в деятельности предприятий нельзя быть консерваторами, необходимо постоянное совершенствование и развитие фирмы, чтобы побеждать в конкурентной борьбе и при этом иметь положительные результаты своей деятельности. Исходя из этого изучение вендинговой торговли как инструмента коммуникационной и распределительной систем является достаточно актуальной темой для анализа.

Результат исследования начнем с научной трактовки понятия вендинг.

Вендинг – это вошедшее в русский язык английское слово, которое означает розничную торговлю через торговые автоматы.

В широком понимании, вендинг – это построение автоматной сети (вендинг-сети) и сопутствующие ему сферы – поставка наполнителя для автоматов и ремонт оборудования, оказание услуг по развитию бизнеса.

В 215 г. до н. э. александрийский математик Герон написал учебник «Пневматика», который описывал первый торговый автомат. Понятно, что это был очень примитивный автомат, но в нем за бронзовую монету можно было купить священную воду, и собственно отличий от современных аналогов было не так уж и много: монета закидывалась в автомат, падала на рычаг, который и открывал под создавшимся давлением клапан. Клапан, открывал «доступ» к воде, и она выливалась в сосуд.

Первые автоматические устройства, созданные для уличной торговли, в Белоруссии появились достаточно давно. Назвать автоматы, торгующие газированной водой с сиропом и без, началом развития рынка вендинга в Белоруссии, конечно же, нельзя, однако сама идея получения прибыли от торговли без использования наемного труда продавца понравилась и запомнилась многим будущим предпринимателям.

Торговля через торговые автоматы является высокотехнологичным, рентабельным и высокодоходным бизнесом во всем мире. Сегодня вендинг развивается как альтернативный канал розничной продажи.

Регулирование торговли через автоматические устройства в Белоруссии осуществляется согласно закону «О торговле». По определению, указанному в данном законе, торговые автоматические устройства относятся к передвижным средствам разносной и развозной торговли, а торговая сеть, в которую входят вендинговые устройства, является мелкорозничной торговой сетью.

По оценкам западных экспертов, вендинговый бизнес только формируется и является привлекательным для коммерческой деятельности. Это доказывает статистика: рынок Беларуси не насыщен даже на 5 %. К примеру, в Европе в среднем на один вендинговый торговый автомат приходится 134 человека, а в Беларуси этот показатель в 1000 раз больше.

По мнению отечественных и зарубежных экспертов, продажа и установка вендинговых торговых автоматов являются одним из самых перспективных сегментов белорусского рынка на ближайшие три года. Здесь рост доходов компании может составить от 100 до 500 % в год при правильной организации бизнеса. Выигрывает

тот, кто начинает этот бизнес быстрее. Ключевым двигателем успеха в вендинг-бизнесе в ближайшее время будет возможность получения доступа к выгодным местам размещения. Другие факторы, такие как конкуренция, насыщенность рынка и запросы покупателя на нынешнем уровне развития индустрии пока играют второстепенную роль.

Положительные стороны вендинговой торговли:

- простота финансовой схемы – торговля через вендинговые торговые автоматы организуется без установки кассового аппарата, на основе упрощенного налогообложения;
- достаточно иметь лицензию на розничную торговлю – установка торговых вендинговых автоматов не требует получения специальных разрешений;
- низкая стоимость обслуживания – для обслуживания 10-ти автоматов достаточно одного оператора, который осуществляет загрузку кофе и других составляющих;
- техническая простота установки – малая площадь, обычное электропитание;
- мобильность бизнеса – торговые автоматы мобильны и могут легко перемещаться, если объем продаж упал и точка становится не перспективной;
- отсутствие затрат на рекламу – вендинговый аппарат рекламирует сам себя;
- не нужен отдельный офис, магазин или складские помещения – для обслуживания небольшого количества автоматов;
- способность работы в круглосуточном режиме.

Вендинг-бизнес начинают с определения дохода с торговых автоматов, который напрямую связан с местами их установки. Поэтому правильной будет начать с подготовки.

Необходимо в первую очередь присмотреть места для установки автоматов и провести предварительные переговоры с владельцами площадей (если нет собственных).

Также нужно определиться, какие автоматы необходимы и в каком количестве – все это решается, исходя из начального капитала и количества потенциальных мест для установки автоматов. Также понадобятся деньги на товар, которым будут торговать автоматы, и средства на всевозможные текущие расходы.

В Республике Беларусь вендинговую деятельность осуществляют следующие лица:

Частные лица – торговые автоматы не требуют специального разрешения на установку или лицензирования. Автоматы просты в обслуживании и на первоначальном этапе, не требуют больших капиталовложений. Поэтому любой человек – от служащего до домохозяйки – может заниматься вендингом.

Организации – владелец организации может повышать свой доход, а также повысить качества сервиса обслуживания клиентов и создать своим сотрудникам более комфортные условия работы, установив у себя торговые автоматы.

Предприниматели – в мировой практике существуют сотни компаний, владеющие целой сетью торговых автоматов и приносящие огромный доход.

В Японии автоматы играют главную роль в сфере продаж. Количество таких машин в стране – 5,6 млн (1 автомат на 23 жителя). Объем рынка – около 60 млрд дол. США (самый большой в мире). Среди европейцев больше всех торговыми автоматами пользуются немцы. В Германии количество вендинговых аппаратов составляет более 2 млн, в Великобритании данная цифра составляет 500 тыс. ед.

Ежегодный рост объемов вендинг-бизнеса приблизительно 10 % – общемировая тенденция.

В ходе исследования поставлена задача выяснить, как воспринимают жители торговлю посредством вендоров (автомат по продаже штучного товара).

Данное исследование предполагается проводить на рынке кондитерских изделий Калининковского хлебозавода.

В ходе маркетингового исследования установлена 98%-я покупаемость кондитерских изделий.

Что касается отношения потребителей к продаже через автомат с едой, то дети положительно отнеслись к данному методу продажи товара. Среди респондентов старше 20 лет положительно к вендинговой торговле отнеслись 80 % ответивших.

Следовательно, имеет место говорить о целесообразности данного бизнеса даже в небольших городах.

Вендинговые аппараты на сегодняшний день приобретают не только функцию распределения и доведения товара до потребителя, но и играют немаловажную роль для поддержания имиджа предприятий, которые используют данный вид торговли.

Многие предприятия, которые реализуют данные аппараты, предоставляют дополнительные услуги, в частности нанесение рекламных материалов непосредственно на сам вендинговый аппарат, что сделали вендоры современным средством коммуникаций.

Рассмотрим возможные услуги, которые предоставляют вендинговые компании на примере предприятия «Ин-Юнион»:

- установка и обслуживание кофейных и снековых автоматов;
- продажа кофейных и снековых автоматов;
- гарантийное обслуживание;
- предоставление оборудования в аренду.

Как правило, аренда предусматривает последующий выкуп оборудования, если арендатор удовлетворен результатом работы вендоров.

Стоимость аренды вендоров будет напрямую связана со стоимостью оборудования, среднестатистическим сроком окупаемости, ежемесячной доходностью, его востребованностью (арендная плата не входит в цену автомата).

Аренда действительно удобна для тех, кому нужны торговые автоматы на время, например, на время проведения выставки, какого-то события, когда автоматы используются как сервис.

Успех вендинговой индустрии в условиях рыночных отношений зависит от определенных условий. Таковыми являются:

- 1) достаточно высоко оплачиваемый труд продавцов в конкретной стране;
- 2) наличие значительного количества пешеходов с наличными деньгами в условиях отсутствия высокого уровня преступности (в противном случае торговые автоматы будут приманкой для хулиганов и воров);
- 3) распространенность традиционного метода отоваривания – по пути домой;
- 4) приемлемый уровень госконтроля за продажами определенных продуктов, продаваемых в торговых автоматах.

В результате исследования вендинговой торговли как инструмента коммуникационной и распределительной систем можно сделать вывод: вендинговая торговля является относительно новым и перспективным видом коммерческой деятельности в Беларуси. Это подтверждается статистическими данными и данными исследования.

Упрощенная финансовая схема, низкая стоимость обслуживания вендинговых аппаратов, мобильность бизнеса, отсутствие потребностей в рекламе делают этот бизнес привлекательным для всех социальных слоев населения. Также вендинговая торговля может заинтересовать крупные предприятия легкой промышленности и малые предприятия, занимающиеся производством товаров народного потребления.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЧАТНОЙ (ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ) РЕКЛАМЫ ЧУП «ПОЛЕССКИЕ СЫРЫ»

Я. С. Харытанчук

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

Научный руководитель А. А. Овсянникова

Выбор темы данной работы обусловлен стремительным развитием рекламной деятельности в Республике Беларусь. Активная рекламная политика стала в настоящее время обязательным условием успешного функционирования предприятий на отечественных рынках.

Рекламная полиграфия – это не просто информационный носитель, это часть имиджа компании и показатель ее статуса. Она несет в себе название, логотип, элементы фирменного стиля компании, формируя в сознании потребителя определенный образ. Изящная, творчески оформленная рекламная полиграфия не вызывает отрицательных эмоций – она не навязчива и не агрессивна. Люди читают красивые брошюры, рассматривают необычные листовки и останавливают взгляд на ярких плакатах исключительно по собственному желанию. Полиграфическая рекламная продукция позволяет рассказать о компании в подробностях и с иллюстрациями. При этом запоминаемость размещенной на печатном носителе информации очень высока. Данный вид рекламной продукции остается одним из основных каналов для связи между компанией и аудиторией.

Понятие печатной рекламы объединяет рекламу на таких носителях, как листовка, плакат, буклет, каталог, проспект, открытка, календарь и другие виды печатной продукции.

Процесс разработки носителей полиграфической рекламы включает следующие основные этапы:

- принятие решения относительно типа носителя: листовка, плакат, проспект и др.;
- этап разработки элементов изобразительного и текстового наполнения;
- этап разработки компьютерного оригинал-макета;
- этап производства полиграфической рекламной продукции.

Можно выделить три основных преимущества полиграфической рекламы:

- полиграфическая реклама предполагает долгий зрительный контакт. Особенно актуален этот факт для определенных рекламных носителей – плакатов, настенных и карманных календарей. Потребитель может подумать над рекламным сообщением, оценить свои выгоды, и все это в спокойной и привычной для него обстановке;
- полиграфическая реклама является «полигоном» для представления предложений только одной компании. Конкуренция в рамках отдельно взятого рекламного носителя исключена. Кстати, полиграфическая реклама может стать отличным инструментом для эффективной борьбы с конкурентами;
- полиграфическая реклама быстро изготавливается. Специалисты оперативно изготовят макет рекламного носителя, и уже через несколько дней печатная продукция будет готова.

К недостаткам данного средства рекламы следует отнести слабую избирательность, наличие большой бесполезной аудитории, сложившийся «образ макулатурности» и др.

Рассмотрим эффективность печатной рекламы для ЧУП «Полесские сыры». Хойникский сыродельный комбинат – перерабатывающее предприятие пищевой отрасли промышленности. Основная деятельность ЧУП «Полесские сыры» направлена на переработку молока, удовлетворения потребностей населения в молочных продуктах питания. Проанализировав финансовое состояние данного предприятия, я предлагаю провести небольшую рекламную кампанию, используя полиграфическую продукцию, на примере карманных календарей.

Календари – это реклама, работающая на протяжении всего года. Именно поэтому они занимают особое место в рекламной полиграфии. Существует три основных вида календарей: настенные; настольные; карманные.

Настенные календари могут быть перекидными либо представлены в виде плаката, но наиболее популярными являются квартальные календари, состоящие из постера, трех рекламных полей и трех календарных блоков. Объясняется это прежде всего тем, что данный вид календарей очень удобен как для пользователя, так и для рекламодателя. Среди настольных самыми распространенными являются перекидные либо изготовленные из цельного листа бумаги с вырубным замком, так называемые календари «домики». Что касается карманных календарей, то это те же корпоративные визитки, только большего размера.

В производстве этот вид календарей является самым дешевым. Каждый обрадуется скромному, но приятному презенту – карманному календарю. За счет низкой стоимости изготовления, которая резко уменьшается при увеличении тиража, карманный календарь можно назвать универсальным подарком. На выставках и презентациях карманные календари раздаются с большим успехом. Небольшой размер карманного календаря позволяет постоянно носить его с собой, а значит рекламное сообщение предприятия будет демонстрироваться ежедневно. И не только его обладателю. Красивый карманный календарь будет показан коллегам и знакомым. Карманные календари – эффективные носители фирменного стиля, прекрасная реклама товаров. Данный вид полиграфической продукции активно используют в своей рекламной деятельности такие предприятия, как ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Бабушкина крынка», ОАО «Молочный мир» и др.

Дизайн календаря должен быть ярким и броским. Он издали должен привлекать к себе внимание. В дизайне карманного календаря используются изображения, связанные со сферой деятельности компании. Могут быть использованы тематические изображения, фотоизображения продукции. Чем привлекательнее будет дизайн карманного календаря, тем с большей вероятностью он надолго останется у его владельца.

Изготовление карманных календарей возможно осуществить за сравнительно небольшой срок методом цифровой или офсетной печати. Календари печатаются на плотной мелованной бумаге или мелованном картоне. Стандартные размеры карманных календарей – 100 × 70 мм, 85 × 55 мм. При изготовлении карманных календарей на лицевую сторону обычно наносят изображение и логотип рекламируемой компании. На обороте размещается календарная сетка, указываются контакты: телефон и адрес.

Специфика календаря предполагает, что его часто берут в руки, кладут в карман, используют в качестве закладки. Календарь необходимо сохранить в течение длительного времени. Поэтому с целью придания большей прочности и устойчивости к загрязнению календари ламинируются. Ламинация бывает разной плотности, 32 мкм, 125 мкм. Углы календаря могут быть острыми, а могут быть скругленными.

В Республике Беларусь существует большое количество организаций по производству полиграфической продукции: ООО «Бумфарт»; ЧПУП «Полиграфиздат»; ОАО «Альтиора»; ООО «Компания РОСНА» и др.

Для расчета эффективности использования карманных календарей будем использовать данные, предоставляемые ООО «Компания РОСНА». Выбор данной организации обусловлен тем, что она занимает лидирующие позиции на рынке Республики Беларусь по производству полиграфической продукции, предоставляет возможность осуществить расчет по соглашению безналичным путем и сроки выполнения заказа у данной компании минимальные (2–3 недели).

Заказ будет производиться на ламинированные карманные календари размером 100×70 мм, печать – полноцветная. Срок исполнения заказа – 2 недели. С лицевой стороны будет изображен логотип предприятия, его название, представлен ассортимент выпускаемой продукции и нанесены реквизиты предприятия (адрес, телефон, e-mail). С другой стороны будет представлена календарная сетка на 2012 г.

Проанализировав все полученные варианты издержек для ЧУП «Полесские сыры», наиболее выгодным оказалось производство карманных календарей при их заказе на 10000 шт., так как предприятие несет наименьшие издержки в размере 5040000 бел. р.

ООО «Компания РОСНА» приводит данные о том, что выручка предприятия увеличится на 1 % после использования полиграфической рекламы (эти выводы данная фирма сделала при анализе результатов тех предприятий, которые использовали данную услугу, например, ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Бабушкина крынка» и др.). Ссылаясь на эту информацию, можно рассчитать экономический эффект для ЧУП «Полесские сыры»:

$$\text{Выручка от реализации новая} = (66486 \cdot 0,01) + 66486 = 67150,9 \text{ (млн р.)}$$

$$\text{Прибыль новая} = 67150,9 - 5040 - 60174 = 1936,9 \text{ (млн р.)}$$

Таким образом, рассчитав затраты на проведения рекламного мероприятия и полученной прибыли от него, можно сделать вывод о том, что ЧУП «Полесские сыры» экономически выгодно использовать полиграфическую рекламу. Выбрав относительно недорогой вид печатной рекламы, а именно распространение карманных календарей, предприятие сможет получить дополнительную прибыль в размере 1936,9 млн р.

Полиграфическая реклама дает широкие возможности бизнесу, и было бы странным не воспользоваться всеми ее достоинствами. В настоящее время предприятия охотно вкладывают средства в изготовление печатной продукции, способной принести доход уже в ближайшем будущем. Полиграфическая реклама, выполненная профессиональными дизайнерами, имеет большой потенциал.

Секция IX
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ

ПОВЫШЕНИЕ КОНТРАСТНОСТИ СНИМКОВ МИКРООБЪЕКТОВ

В. А. Шлык

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

Научный руководитель М. А. Гундина

В исследованиях ученому нередко приходится работать с невидимыми или мало видимыми невооруженным глазом объектами, не превышающими в измерениях 2 мм. Появляется необходимость использования оборудования для рассмотрения таких мельчайших объектов. В современном мире это оборудование существует: микроскоп. Однако зачастую изображения, сделанные микроскопом, получаются нечеткими и не-контрастными. В этом случае нужен эффективный инструмент, позволяющий регулировать контрастность полученного изображения и диапазон яркости.

Рассмотрим один из возможных вариантов решений данной задачи. Для обработки изображения будем использовать систему MatLab. Для улучшения изображений прибегнем к гистограммной эквализации, а затем к специфической линейной фильтрации. Преобразование, при котором выходное изображение имеет равномерное распределение, называется эквализацией (выравниванием) гистограмм [1]. Данное преобразование направлено на растяжение гистограммы изображения на весь диапазон уровней яркости.

Вначале обработки измеряется гистограмма исходного изображения. Для рассматриваемых изображений шкала яркостей принадлежит диапазону 0...255, гистограмма представляет собой таблицу из 256 чисел. Каждое из них показывает количество точек в кадре, имеющих данную яркость. Разделив все числа этой таблицы на общий размер выборки, равный числу используемых точек изображения, получаем оценку распределения яркости изображения.

На рис. 1 представлена фотография кремниевой водоросли, сделанная электронным сканирующим микроскопом [2]. Изображение увеличено в 2500 раз. Это изображение является темным и неконтрастным, у него имеется низкий динамический диапазон. Гистограмма этого изображения представлена на рис. 1, на ней виден низкий диапазон яркости изображения, в основном он располагается в темном участке спектра. Этой чертой обладают многие изображения, получаемые в реальных изображающих системах.

На рис. 2 приведен результат эквализации. Характерной чертой многих изображений, получаемых в реальных изображающих системах, является значительный удельный вес темных участков и сравнительно малое число участков с высокой яркостью [3]. Эквализация призвана откорректировать картину, выровняв площади участков с различными яркостями. Сравнение исходного и обработанного изображений показывает, что происходящее при обработке перераспределение яркостей приводит к улучшению визуального восприятия.

Заметим, что растровые изображения, сбалансированные относительно распределения темных и светлых тонов, считаются наиболее качественными. У такого изображения широкий тоновый диапазон.

На рис. 2 видно улучшение средней яркости и контрастности, существенное расширение динамического диапазона на всю шкалу яркости. Повышение общей яркости изображения связано с тем, что средний уровень яркости на гистограмме эквализованного изображения стал выше, чем на исходном изображении. Однако стоит заметить, что после эквализации произошло еще одно изменение, которое необходимо учесть и, по возможности, исправить.

Качественным считается такое изображение, у которого гистограмма характеризуется сплошным заполнением горизонтальной оси и отсутствуют провалы, т. е. такие значения яркостей, которые не представлены в оригинале. А на рис. 2 выявился этот недостаток. На гистограмме видно неравномерное распределение тонов. Это значит, что существуют однотонные сплошные области значительных размеров, и наоборот, некоторые тоновые значения не представлены совсем.

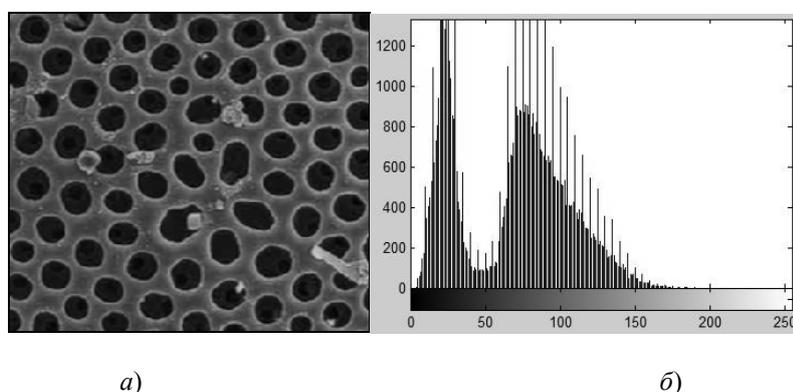


Рис. 1. Изображение кремниевой водоросли при увеличении в 2500 раз (а); гистограмма данного изображения (б)

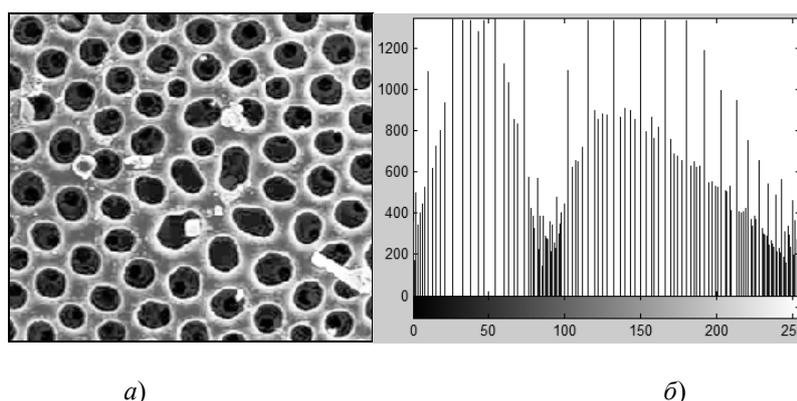
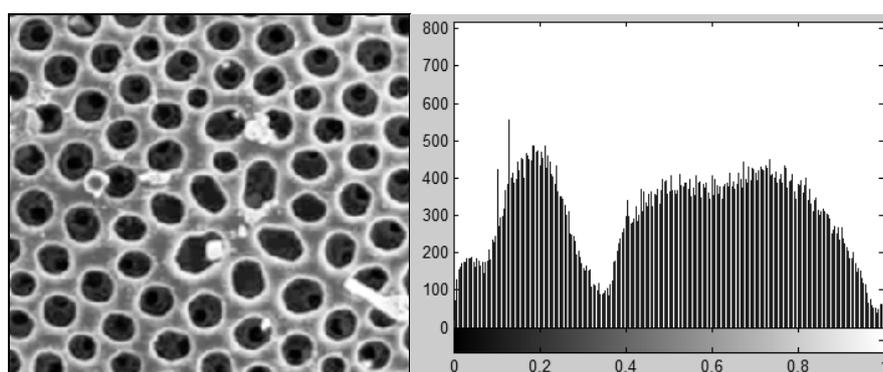


Рис. 2. Обработанное изображение кремниевой водоросли (а); гистограмма обработанного изображения (б)

Этот недостаток исправим путем фильтрации полученного изображения с помощью магических квадратов.

Наиболее простым видом фильтрации является линейная фильтрация. Она представляет собой вид обработки, при котором значения пикселей обработанного изображения формируются в результате линейных операций над значениями пиксе-

лей окрестности исходного изображения. Происходит умножение каждого пиксела окрестности на соответствующий коэффициент и затем суммирование произведений для получения результирующего отклика процесса в каждой точке [4]. Эти коэффициенты сгруппированы в виде матрицы, которая называется маской. Одним из алгоритмов линейной фильтрации является корреляция. Рассмотрим в роли маски корреляции магический квадрат третьего порядка. Для непосредственного использования числа магического квадрата нужно разделить на сумму всех его элементов. Поскольку значения магического квадрата будут суммироваться со значениями яркости обрабатываемого изображения, надо чтобы значения в магическом квадрате находились в диапазоне $[0, 1]$.

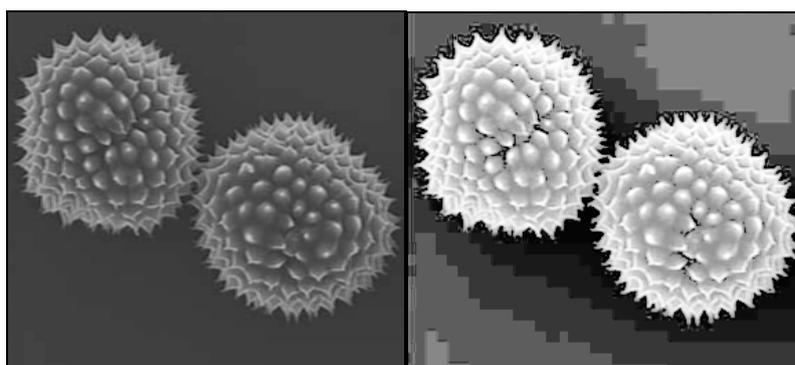


а)

б)

Рис. 3. Отфильтрованное изображение кремниевой водоросли (а);
гистограмма отфильтрованного изображения (б)

Но не всегда результат обработки приводит к желаемому эффекту, при увеличении контрастности некоторые изображения могут потерять свою привлекательность. На рис. 4 наблюдается такая ситуация.



а)

б)

Рис. 4. Изображение пыльцы при увеличении в 2000 раз (а);
обработанное изображение (б)

Уровни яркости изображения были сдвинуты в верхнюю половину градационной шкалы, что привело к резкому осветлению изображения. Причиной такого сдвига является большая концентрация значений темных пикселей вблизи низких значений на исходной диаграмме. Рассмотренное преобразование привело к тому, что

яркость пикселей, сконцентрированных в нижней области яркости гистограммы, отображается в верхнюю часть яркостного диапазона. Для решения этой проблемы необходимо вместо гистограммной эквализации применять, например, гистограммную подгонку [1].

Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
2. MolecularExpression: ImagefromMicroscope [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.micro.magnet.fsu.edu> 18.03.2012. – Загл. с экрана.
3. Рудаков, П. И. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x / П. И. Рудаков, И. В. Сафонов. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 416 с.
4. MathWork – MATLAB and Simulink from Technical Computing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathworks.com> 18.03.2012. – Загл. с экрана.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ В АККРЕДИТОВАННЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Н. Н. Гиль, В. В. Безъязычная, А. Г. Артеменкова

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

Научный руководитель Е. Н. Савкова

Для обеспечения необходимого уровня доверия к результатам измерений, испытаний, калибровок аккредитованная измерительная лаборатория в соответствии с СТБ ISO/IEC 17025 должна осуществлять их мониторинг, поэтому применяемые лабораторией методы измерений должны быть валидированы [1]. К мероприятиям, которые входят в план контроля, согласно [2], относят проведение внутрилабораторных экспериментов по оценке точности, а также участие в программах межлабораторных сличений и повторные калибровки или испытания с применением одного и того же или разных методов. Рекомендуемые EUROLAB подходы представлены на рис. 1.

В данной работе рассмотрена возможность применения для целей планирования измерений использовать пассивный или активно-пассивный эксперименты, так как они практически не требуют специальных затрат. Это направление является перспективным в современной метрологии, что подтверждается фактами пристального внимания к рассмотренным вопросам со стороны рабочей группы «теоретическая метрология» межгосударственного совета по стандартизации. Вопросы планирования и организации эксперимента рассмотрены в шести частях стандарта СТБ ИСО 5725 применительно к внутрилабораторным и межлабораторным сличениям [3]. Однако на современном этапе актуальным направлением являются также научные исследования, предполагающие проведение серий предварительных опытов с целью метрологического моделирования объектов, средств измерений и измерительного процесса при разработке новых принципов и методов измерений. Данная работа выполнялась на базе Центра светодиодных и оптоэлектронных технологий (ЦСОТ) Национальной академии наук Беларуси и лаборатории Белорусского государственного института метрологии (БелГИМ). Целью организации внутрилабораторного эксперимента в ЦСОТ являлась оценка точности и валидация используемого метода измерений светового потока светодиодной лампы, в БелГИМ – оценка точности нового разрабатываемого метода измерений цветовых характеристик вторичных излучателей.

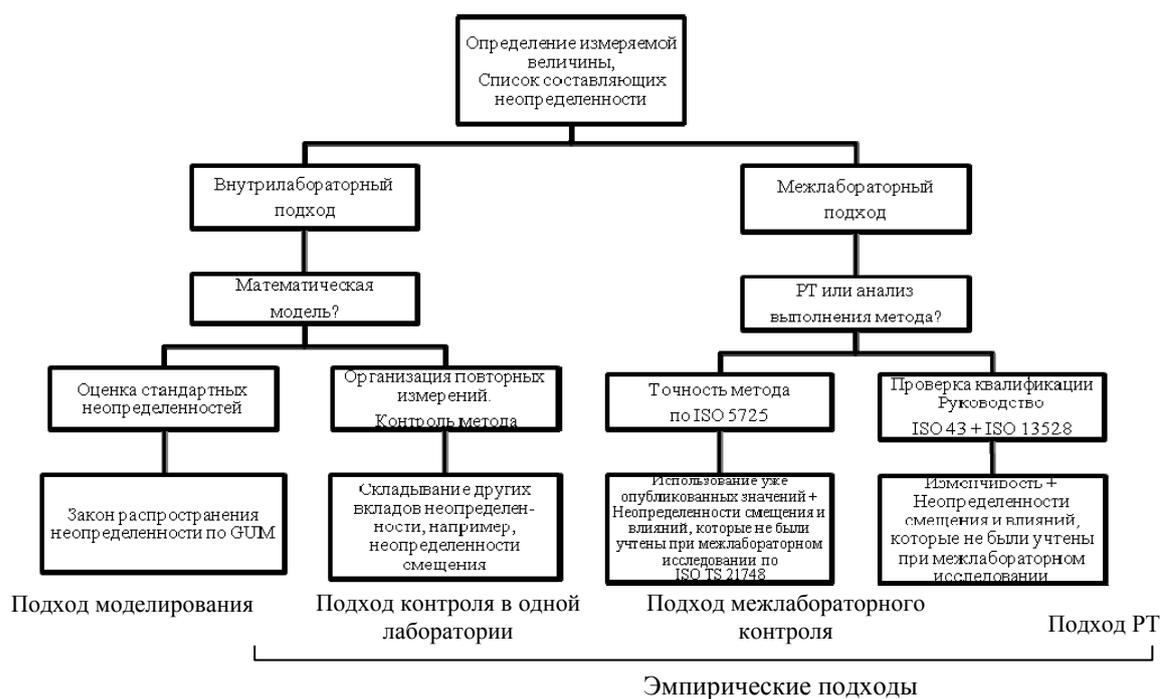


Рис. 1. Маршрутная карта (схема) подходов по оценке неопределенности

Измерительный комплекс, на базе которого проводился эксперимент в ЦСОТ, включал оптический сканирующий спектрометр SPECTRO 320 D, три зонда (фотометрический шар, зонд яркости и зонд освещенности), источники питания Keithley 2400 и Agilent модель 6812 B. Объект измерений – светодиодная лампа LED Bulb Lamp (SC-QP06). Внутрилабораторный эксперимент по оценке точности измерений светового потока был проведен в соответствии с этапами.

1. Планирование и организация эксперимента во времени и пространстве. Были выделены факторы изменчивости, которые легли в основу матрицы планирования, и уровни их варьирования: «оператор»; «калибровка; «условия» – температура поддерживалась в диапазоне от 22 до 28 °С, а также присутствие и отсутствие наружного освещения. Разработанная матрица планирования предусматривала, таким образом, 8 серий из 15 наблюдений, которые необходимы для сравнения полученных значений и определения наиболее влияющего фактора изменчивости (табл. 1).

Таблица 1

План проведения внутрилабораторного эксперимента в ЦСОТ

| Влияющие факторы | Варьирование факторов | |
|------------------|-----------------------|--------------|
| Оператор | Оператор 1 | |
| | Оператор 2 | |
| Калибровка | Калибровка 1 | |
| | Калибровка 2 | |
| Условия | Наружное освещение | Присутствует |
| | | Отсутствует |
| | Температура | 22 °С |
| | | 28 °С |

2. Оценивание неопределенности результатов и метода измерений. Обработка результатов данного эксперимента осуществлялась на основе трех подходов: модельного (изложенного в Руководстве по выражению неопределенности), эмпирического (согласно ISO/IEC 5725) и комбинированного (в соответствии с ISO/TS 21748).

В результате проведения эксперимента были сделаны следующие выводы:

1. При оценивании неопределенности измерений на основе модельного подхода суммарная стандартная неопределенность $u_c(y)$ составила 3,2 лм, что связано с несовершенством объекта измерений (непостоянные характеристики светодиодной лампы).

2. Неопределенность, оцененная посредством эмпирического подхода S_w , составила 0,59 лм.

3. Комбинированный подход позволил получить неопределенность 4,8 лм.

На основании полученных данных эксперимента были разработаны методики выполнения измерений и методики оценивания неопределенности. Результаты данных исследований были внедрены в деятельность в Центре светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси и в дальнейшем будут являться основой для получения аккредитации данной лабораторией.

При проведении эксперимента на базе лаборатории БелГИМ было использовано следующее оборудование: национальный эталон координат цвета и спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн (0,2–2,5) мкм, набор цветных светоотражающих мер координат цвета X , Y , Z и координат цветности x , y , аттестованные палитры на бумажном носителе, цифровые фотокамеры (Canon Power Shot A 520, OLYMPUS E-400 Kit lens, Samsung ES25 Black), стандартизованный источник света «А» (лампа накаливания SIS 100-500 90), светодиодный принтер Oki C9800. Для каждой меры и палитры одного цвета были выделены факторы изменчивости: «Оператор» (2 оператора), «Оборудование» (последовательная смена регистрирующих устройств – цифровых фотокамер), «Условия» (вариация расстояния от оператора до объекта регистрации от 30 до 100 см, вариация выдержки от 0,3 до 1,3 с). Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 2.

Таблица 2

План проведения внутрилабораторного эксперимента в БелГИМ

| Влияющие факторы | Варьирование факторов | |
|------------------|-----------------------------|--------|
| Оператор | Оператор 1 | |
| | Оператор 2 | |
| Оборудование | Камера 1 (Canon Power Shot) | |
| | Камера 2 (OLYMPUS) | |
| | Камера 3 (Samsung) | |
| Условия | Расстояние | 30 см |
| | | 100 см |
| | Выдержка | 0,3 с |
| | | 0,7 с |
| | | 1 с |
| | | 1,3 с |

Измерения проводились методом сравнения с мерой путем регистрации цветных светоотражающих мер координат цвета и аттестованных палитр, распечатанных на бумажном носителе с помощью светодиодного принтера, на цифровой фотоаппарат. Был предложен новый метод измерений, точность которого впоследствии будет сравниваться с методом измерений палитр и мер координат цвета на эталонной установке. Полученные результаты эксперимента находятся в обработке.

Теория и практика планирования эксперимента позволяет существенно повысить эффективность процесса измерений, так как обеспечивает возможность оптимизации выбора материально-технической и организационно-методической базы, сокращение условно-постоянных и приведенных затрат на проведение измерений (испытаний) за счет экономии временных, человеческих и материальных ресурсов в дальнейшем, когда новые освоенные методы станут стандартизованными и войдут в повседневную практику, в том числе и других лабораторий.

Л и т е р а т у р а

1. СТБ ИСО/МЭК 17025–2007. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
2. Технический отчет EUROLAB 1/2007. Пересмотр неопределенности измерения: Альтернативные подходы к оценке неопределенности.
3. СТБ ИСО 5725–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Части 1–6.
4. Руководство по выражению неопределенности измерения. – СПб. : Государственное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева», 1999. – 119 с.
5. ISO/TS 21748. Technical Specification. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation.

КОЛОРИМЕТРИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СИСТЕМАМИ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

П. О. Ковалев, Ю. В. Земсков, Л. Д. Чайкова

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

Научный руководитель Е. Н. Савкова

Технологии обработки графических данных эффективны при контроле продукции в полиграфии, медицине, химической, фармацевтической, текстильной промышленности и других областях, когда измеряемые свойства (например, яркость в цветовых каналах) являются «хорошо ведущими себя» и распределены в рабочем участке динамического диапазона регистрирующих устройств. Встроенные в системы передающих устройств компьютерные шкалы могут использоваться для измерений цветовых характеристик при условии обеспечения метрологической прослеживаемости результатов, поэтому все сильнее ощущаются потребности в разработке методологии колориметрии высокого разрешения по пространственным и яркостным характеристикам, корректное цветовоспроизведение в которых достигается путем обеспечения их технической и информационной совместимости.

Так как цифровое изображение объекта имеет множество реализаций, основной задачей является снижение неопределенности цветовоспроизведения. Данная задача может быть решена на основе детального анализа всей последовательности преобразований измеряемой величины в программно-аппаратных средах и установления реперных точек для выполнения условия обеспечения единства измерений. Цвет как

величина, описываемая многомерными шкалами цветовых стандартизованных пространств, представляет собой пример величины, характеризующейся большой дефинитивной неопределенностью, обусловленной фотобиологической природой учитываемых факторов, их взаимодействием и недостаточностью знаний о ней. На основе анализа рассмотренных факторов, используя для их группирования классификацию, приведенную в [1, с. 89], предложена модель дефинитивной неопределенности, показанная на рис. 1 [2]. Данная модель показывает взаимосвязи и некоторые различия человеческого и машинного зрения и с позиций цветовосприятия и отчасти объясняет проблему невысокого воспроизведения цвета в программно-аппаратных средах.

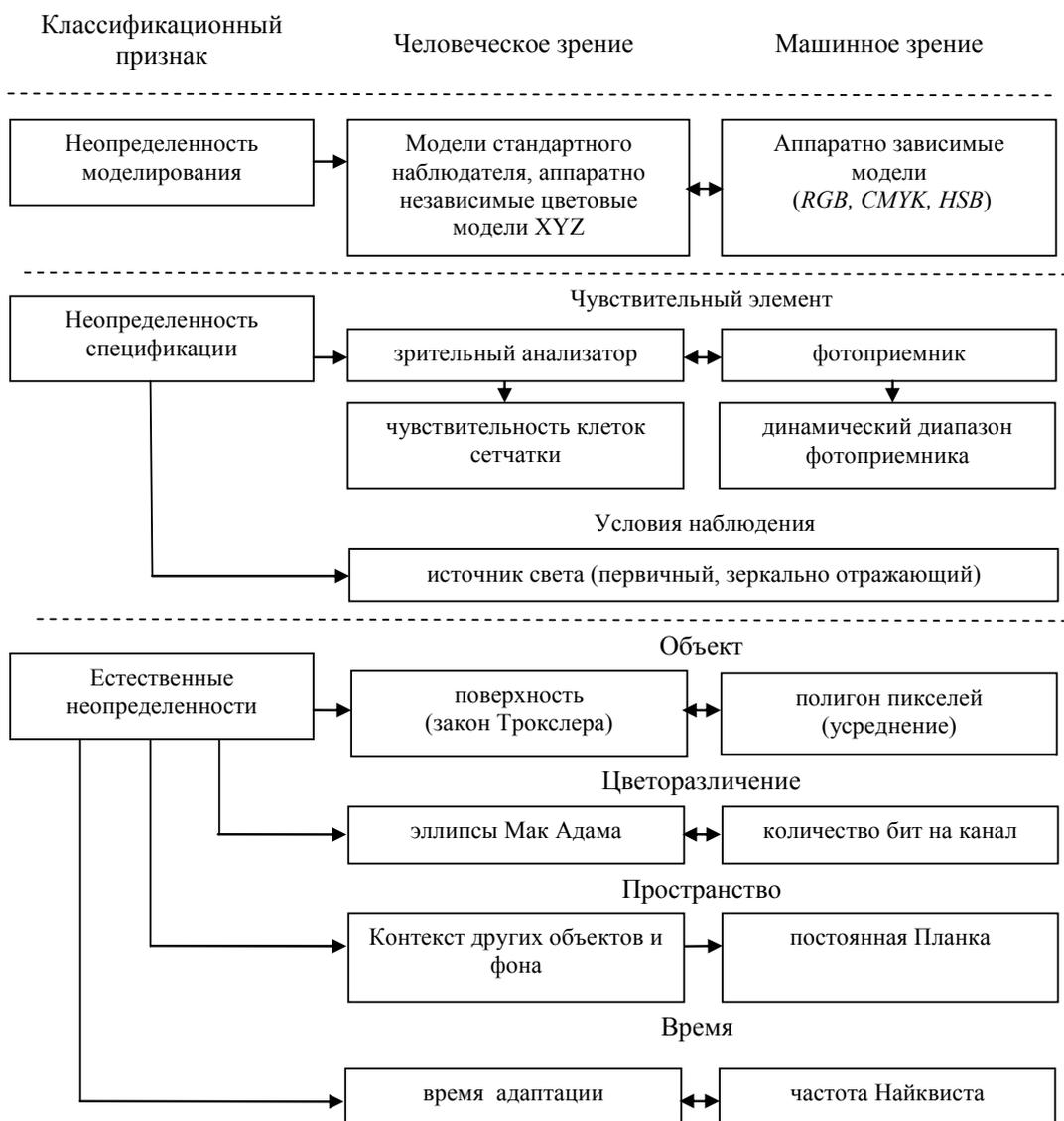


Рис. 1. Колориметрическая модель дефинитивной неопределенности

Проблемы, возникающие при передаче цвета в программно-аппаратных средах, частично могут быть устранены путем оптимизации выбора всех «звеньев» информационного канала, участвующих в передаче информации: 1) технических устройств (для решения задач отображения яркости в широком динамическом диапазоне пред-

почтительны матрицы с меньшим количеством пикселей, но с большей емкостью); 2) цветовых моделей (выбор цветовой модели определяется спецификой решаемой задачи: для колориметрии высокого разрешения важна возможность проработки изменений яркости, поэтому эффективной будет модель *Luv*, позволяющая сохранять линейность функции яркости на диаграмме цветностей; однако данная модель предполагает введение дополнительного параметра – эталонной точки белого, по которой будет осуществляться нормирование яркости в цветовых каналах); 3) форматов передачи видеоданных (для измерительных целей оптимальным решением будут форматы *TIFF*, *RAW*, *MXF* и др.); 4) профилирования («независимые» цветовые атласы, представляющие собой референтные пространства, в виде виртуальных мер используемые в передающих устройствах, позволяют выполнять их калибровку, точность которой зависит от корректности алгоритмов). Довольно часто встречаются ситуации, когда в рекламных целях производители цифровой техники заявляют о возможности воспроизведения нескольких миллионов цветов. Как следует из вышесказанного, эти данные являются неоправданно завышенными, поскольку существует нижний порог, ограниченный дефинитивной неопределенностью цвета.

В двумерных колориметрических измерениях присутствует проблема обеспечения требуемой точности и достоверности результатов, что обусловлено дефинитивной неопределенностью цвета и влиянием всех элементов измерительного канала. Данная проблема частично может быть решена путем построения условных шкал яркости в каждом цветовом канале по реперным точкам, в качестве которых могут использоваться опорные значения яркости, воспроизводимые областями на самом объекте (при статических измерениях) или источниками опорного излучения различной яркости (при динамических измерениях). В этой связи были использованы монохромные цветовые образцы Белорусского государственного института метрологии и созданные авторами цветовые палитры, представленные на рис. 2. Эксперимент проводился в Белорусском государственном институте метрологии и заключался в том, что цветные образцы регистрировались цифровой камерой в формате *TIFF* с выдержками (0,3 с; 0,7 с; 1,0 с; 1,3 с) при освещении стандартным источником света *A* в нормальных условиях измерений.

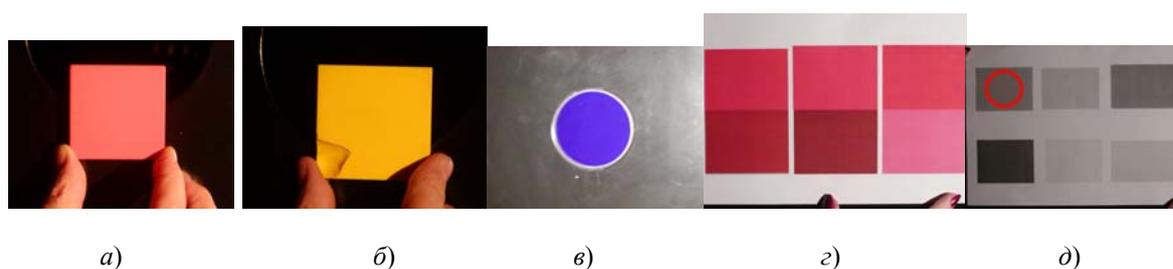


Рис. 2. Опорные образцы для измерений цвета:
a – «красный матовый»; *б* – «желтый матовый»; *в* – «синий»;
г – «пурпурная палитра»; *д* – «серая палитра»

Полученные серии цифровых изображений обрабатывались в пакете *MathCAD* путем выделения и усреднения центральной области 36×36 пикселей, определения среднего арифметического значения яркости данной области по каждому цветовому каналу (красному *R*, зеленому *G*, синему *B*), расчета среднего квадратического отклонения. Для каждой серии изображений были построены зависимости значений усредненной яркости (отн. ед.) по каждому цветовому каналу от времени экспозиции (выдержки),

представленные на рис. 3. Зависимости показывают пропорциональное линейное возрастание яркости с увеличением времени экспозиции. Установлено, что наибольшее среднее квадратическое отклонение наблюдается в синем цветовом канале.

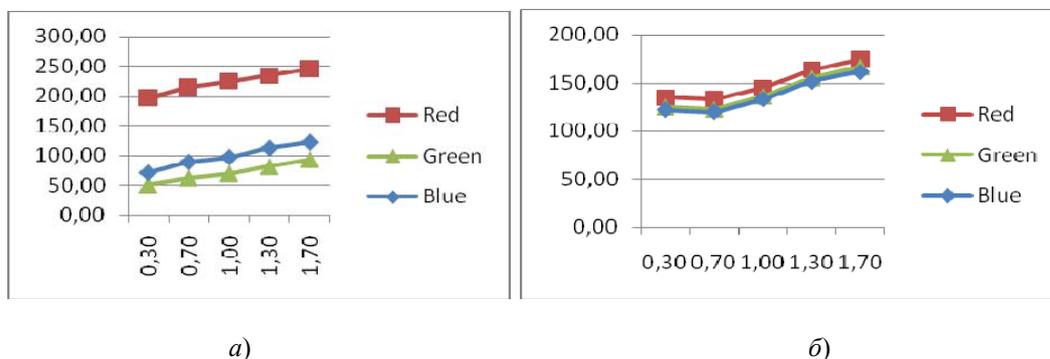


Рис. 3. Зависимости яркости цифровых изображений от времени экспозиции:
а – «пурпурная палитра»; б – «серая палитра»

Литература

1. Захаров, И. П. Теория неопределенности в измерениях : учеб. пособие / И. П. Захаров, В. Д. Кукуш. – Харьков, Консум, 2002. – 256 с.
2. Зуйков, И. Е. Дефинитивная неопределенность цвета в колориметрии высокого разрешения. Законодательная и прикладная метрология / И. Е. Зуйков, Е. Н. Савкова // Науч.-техн. журн. – М. : 2011. – № 6. – С. 35–44.

КОМПЬЮТЕРНАЯ СРЕДА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В. М. Лубяко

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научные руководители: А. К. Болвако, Е. В. Радион

В практике работы химиков-аналитиков, а также при организации учебного процесса на кафедре аналитической химии в вузе при изучении курсов «Аналитическая химия» и «Физико-химические методы анализа» для обработки экспериментальных результатов, получаемых при проведении аналитических определений, целесообразно проведение компьютерной графической и математической обработки результатов анализа, что позволяет более рационально организовать учебное время за счет автоматизации рутинных расчетов и улучшить теоретическую и практическую подготовку студентов за счет ознакомления с современными методами статистической обработки данных анализа. Разработка, внедрение и использование специализированного прикладного программного обеспечения (ПО) является актуальной задачей, так как значительная часть выпускаемого химико-аналитического оборудования компьютеризирована или имеет интерфейсы для обработки экспериментальных данных с помощью компьютера.

Существуют различные специализированные пакеты ПО, осуществляющие сбор, накопление, анализ данных измерений и представление документации по проведенным измерениям, а также обеспечивающие необходимую метрологическую со-

ставляющую результатов выполнения измерений (например, DControl и QControl, LabWare и др.), однако они имеют высокую стоимость и не всегда могут быть легко адаптированы для нужд конкретного потребителя, кроме того, их внедрение и сопровождение имеет достаточную сложность.

Целью настоящей работы являлась разработка прикладного ПО, позволяющего обеспечить компьютеризированную обработку результатов химического анализа в рамках лабораторного практикума кафедры аналитической химии Белорусского государственного технологического университета.

В рамках лабораторного практикума [1] по физико-химическим методам анализа студенты химико-технологических специальностей изучают следующие методы: кондуктометрия, потенциометрия, вольтамперометрия, фотоколориметрия, спектрофотометрия, турбидиметрия, нефелометрия, эмиссионная фотометрия пламени, рефрактометрия, газожидкостная хроматография, ионный обмен и экстракция. Для обработки результатов работ по этим разделам нами было разработано ПО, позволяющее студентам самостоятельно работать с экспериментальными данными и формировать отчеты о выполненных работах. Разработанное ПО включает в себя следующие основные возможности:

- построение одного или нескольких градуировочных графиков методом наименьших квадратов с оценкой достоверности аппроксимации и расчет результатов анализа с использованием градуировочного графика, включая проверку значимости коэффициентов уравнения с помощью t -критерия Стьюдента при различном уровне доверительной вероятности;
- расчет погрешностей градуировочного графика;
- расчет статистических параметров для набора экспериментальных данных: среднее, среднее и стандартное отклонение, дисперсия, доверительный интервал для разного уровня доверительной вероятности и др.;
- отсеивание грубых промахов с помощью Q -теста;
- построение интегральных и дифференциальных кривых титрования (рис. 1);
- оптимизация условий спектрофотометрического анализа бинарных смесей по методу Фирордта [2];
- оценка неопределенности аналитических определений на основе встроенного каталога химико-аналитического оборудования, согласно [3] (каталог включает разделы «Мерная посуда», согласно ГОСТ 1770, ГОСТ 29227, ГОСТ 29251 и ГОСТ 29169; «Приборы и комплектующие», согласно паспортным характеристикам используемого химико-аналитического оборудования);
- автоматический расчет суммарной стандартной неопределенности с учетом выбранных компонентов бюджета неопределенности и расчет расширенной неопределенности при заданном коэффициенте охвата;
- формирование графического представления бюджета неопределенности в виде круговой диаграммы, отражающей примерную долю различных составляющих в нем;
- матрицу для планирования эксперимента и выявления главных эффектов с помощью дробного факторного плана Плакетта-Бермана;
- оптимизация условий проведения анализа методом Бокса (крутого восхождения);
- формирование протоколов отчетов о выполненной работе с указанием даты, времени и фамилии исполнителя;
- сохранение результатов в базе данных.

Выбор задач, решаемых с помощью разработанного приложения, обусловлен конкретным наполнением лабораторного практикума по физико-химическим методам анализа, и, как правило, не включает возможности, которые не используются

при изучении курса. Это позволило получить простой, понятный и удобный интерфейс приложения и в то же время охватить практически все типы численных вычислений и графических построений, которые осуществляются при проведении анализа в рамках практикума.

Приложение реализовано с использованием электронных таблиц в виде одного документа, имеет контекстно-зависимую справку и удобный интерфейс, что позволяет студентам быстро его освоить и в дальнейшем использовать самостоятельно.

Для всех типов обработки данных предусмотрен вывод отчета для печати. На рис. 1 приведен вид приложения при вводе данных для построения кривой титрования и пример сформированного отчета о выполненной работе.

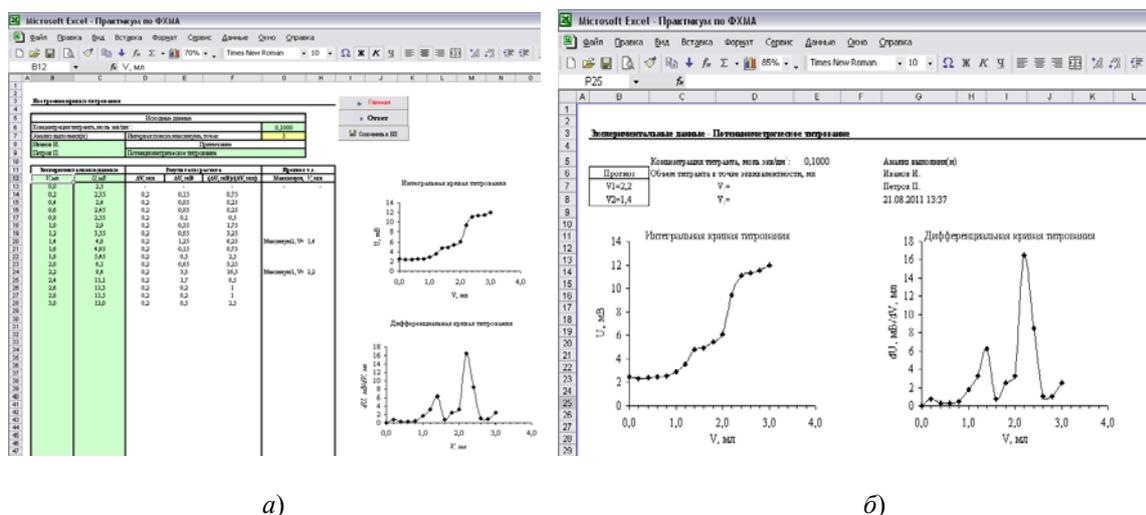


Рис. 1. Вид приложения при обработке результатов лабораторной работы по теме «Потенциометрическое титрование»:

a – ввод данных; *б* – отчет

Разработанное ПО обладает интуитивно-понятным интерфейсом и адаптировано для самостоятельной работы студентов. Кроме того, разработаны методические рекомендации [4] по работе с программой, которые включают разъяснение терминов, встречающихся при статистической обработке результатов измерений, необходимые справочные величины, а также подробное руководство пользователя по работе с программой.

В рамках разработанного ПО предусмотрена возможность осуществлять сохранение полученных экспериментальных данных и результатов их обработки (градуировочные графики, статистические параметры для набора экспериментальных данных, кривые титрования, спектры и др.) в базе данных. Сохраненные результаты могут быть в дальнейшем извлечены из базы данных и загружены для последующей обработки, анализа или корректировки. Автоматически осуществляется сохранение имени пользователя и текущей даты. Все это позволяет организовать удобную среду для сбора, систематизации и использования экспериментальных результатов.

Для анализа группы данных, выявления закономерностей или выявления промахов в экспериментальных результатах имеется возможность формирования отчетов по всем видам расчетов с указанием имени исполнителя и конкретных данных (время опыта, названия осей координат, число измерений и др.). Функция сохранения экспериментальных результатов работает в фоновом режиме и не требует от пользователя выполнения дополнительных операций, сохранение в базу данных

осуществляется автоматически при формировании отчета о выполненных измерениях. При разработке базы данных были учтены вопросы устранения дублирования информации при хранении, обеспечения быстрого доступа к данным, целостности и достоверности информации и простоты работы с данными.

Разработанное ПО внедрено в учебный процесс кафедры аналитической химии, и в настоящее время студенты химико-технологических специальностей используют его при прохождении лабораторного практикума. Внедрение разработанного ПО в учебный процесс позволило достичь следующих целей: ускорить и унифицировать подходы к обработке типичной экспериментальной информации, получаемой студентами при выполнении лабораторных работ, ускорить и повысить точность ее обработки за счет использования возможностей компьютерной программы. Использование электронных таблиц позволяет студентам при дальнейшем обучении использовать полученные навыки для расчета результатов количественных определений, анализа реальных технологических систем и при изучении специальных дисциплин, а в перспективе – иметь преимущество на рынке труда за счет приобретенных навыков работы с компьютеризированными комплексами.

Л и т е р а т у р а

1. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студентов химико-технолог. специальностей / Е. В. Радион [и др.] ; под ред. Е. В. Радион. – Минск : БГТУ, 2010. – 110 с.
2. Булатов, М. И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – Л. : Химия, 1986. – 432 с.
3. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях : рук. ЕВРА-ХИМ/СИТАК ; перевод с англ. – СПб. : ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 149 с.
4. Болвако, А. К. Компьютерная обработка результатов химического анализа : метод. рекомендации по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» / А. К. Болвако, Е. В. Радион. – Минск : БГТУ, 2010. – 49 с.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ САПР МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

А. В. Неклюдов, М. С. Кузнецов

Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, г. Абакан, Россия

Научный руководитель Е. М. Желтобрюхов

Одной из важнейших функций технологической подготовки производства является инструментальное обеспечение технологических процессов изготовления деталей машин. Проектирование инструмента, особенно сложнопрофильного, представляет собой достаточно трудоемкую, сложную и многовариантную задачу, решить которую без использования современных вычислительных средств и методов расчета весьма затруднительно. Построение сложного профиля режущих кромок инструмента производится с помощью различных переходных кривых – плоских и пространственных (эвольвенты, трохоиды и др.), но в современных графических САПР нет предустановленных кривых, поэтому они строятся приближенно по точкам при помощи кривых Безье или NURBS. Точность в 4–5 точек на одну кривую дает хороший результат. Однако формулы для вычисления координат точек и граничных углов переходных кривых достаточно сложны и громоздки, поэтому их ручное вычисление весьма трудоемко. Еще более сложным и трудоемким является построение пространственной модели сложнопрофильного инструмента. Например, долбяк – инструмент для изготовления зубчатых колес – представляет собой совокупность

бесконечного числа зубчатых колес с переменным коэффициентом смещения. Поэтому зубчатый венец модели долбяка представляет собой криволинейную поверхность, огибающую несколько сечений. Для создания качественной модели требуется построение не менее 3–4 сечений. Следовательно, координаты точек переходных кривых требуется вычислять отдельно для каждого сечения, что в несколько раз увеличивает объем вычислений. Эту проблему лучше всего решать с помощью специализированной САПР долбяков, автоматически создающей переходные кривые сразу для нескольких сечений и требуемую криволинейную поверхность.

Программы автоматизированного проектирования долбяков реализованы с помощью языка C++. Для автоматизации построения модели и чертежа инструмента был выбран программный комплекс КОМПАС, широко распространенный на отечественных предприятиях и вузах и предоставляющий гибкие возможности для построения чертежей из приложений за счет внутренних средств автоматизации (прикладных библиотек и приложений), предназначенных для организации вызова функций КОМПАС из внешних программ.

Работа программы начинается с ввода исходных данных для проектирования, которые должны быть введены в соответствующие поля (рис. 1) путем выбора из предложенных значений или непосредственным вводом. После прохождения ряда этапов, на которых обеспечивается контроль и уточнение необходимых данных, программой будет предложено произвести расчет, провести анализ результатов (с возможностью корректировки введенных исходных данных и проведения нового расчета), сохранить полученные результаты в текстовом формате и перейти к построению модели и рабочего чертежа.

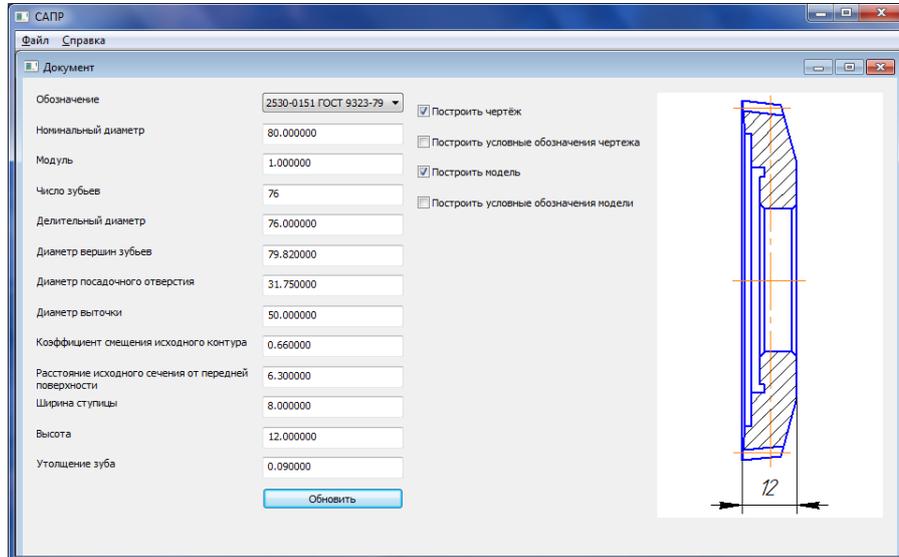


Рис. 1. Главное окно программы. Ввод исходных данных для проектирования и рассчитанные значения параметров долбяка

Применение большинства известных методик расчета долбяков основано на выборе большого количества параметров с использованием обширных справочных данных, не поддающихся корреляции и возможности установления точных функциональных связей параметров инструмента и детали. Это вызвало необходимость введения режима диалога при выборе определенных параметров и в ходе расчета, а также создания баз данных по справочным материалам.

Вместе с тем использование режима диалога, как правило, повышает качество принимаемых решений, а также является полезным при использовании этой программы в учебных целях. Поэтому при разработке программ особое внимание было уделено созданию «дружественного» интерфейса, позволяющего облегчить как работу пользователя САПР, так и возможность использования разработанного модуля для обучения.

Итогом работы программы является построение 3D-модели (рис. 2) и рабочего чертежа инструмента.

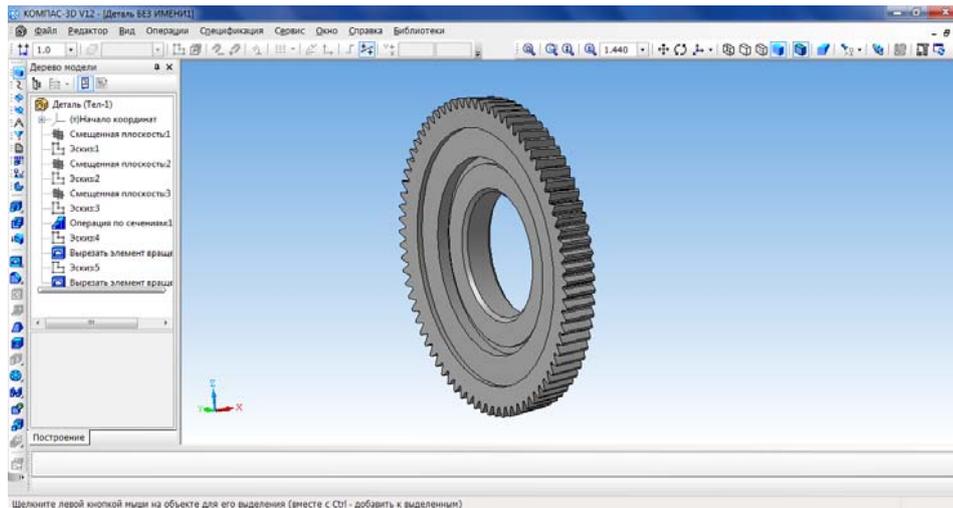


Рис. 2. 3D-модель спроектированного долбяка

Пример созданного в редакторе КОМПАС-3D с помощью разработанной программы чертежа долбяка типа 1 по ГОСТ 9323–79 представлен на рис. 3.

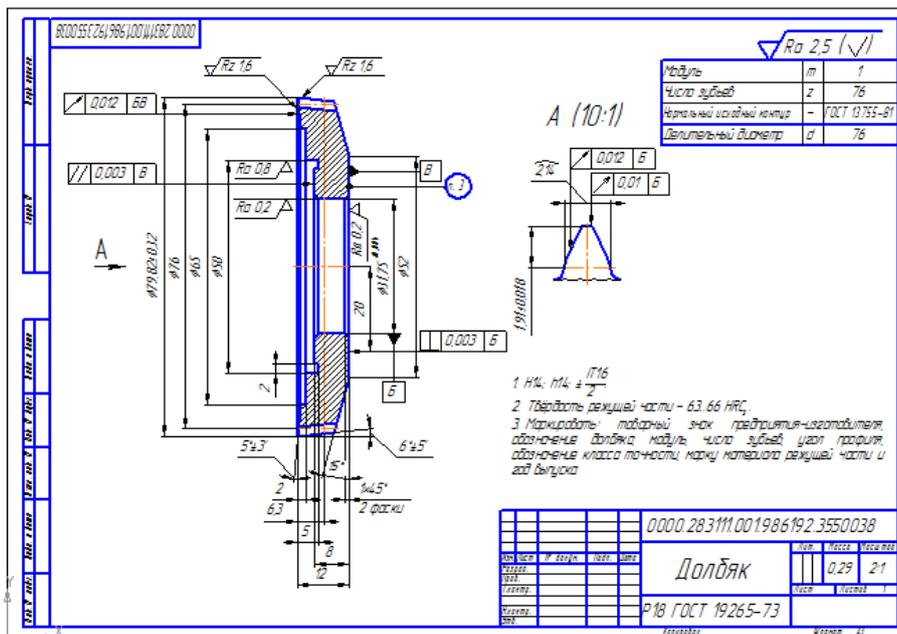


Рис. 3. Чертеж долбяка

По результатам работы можно утверждать, что созданное программное обеспечение для автоматизированного проектирования долбяков позволяет проводить расчеты геометрических и конструктивных параметров инструментов, а также автоматическое построение 3D-модели и рабочего чертежа по рассчитанным данным.

Разработанные компьютерные программы предназначены для повышения качества проектных решений и сокращения затрат времени на этапе инструментальной технологической подготовки производства, а также могут быть использованы как обучающие программы в учебном процессе студентов машиностроительных специальностей вследствие наличия удобного и наглядного интерфейса и развитой справочной системы.

Программный модуль автоматизированного расчета и проектирования долбяков является подсистемой «САПР режущего инструмента», разрабатываемой студентами и сотрудниками кафедры «Машиностроительные и металлургические технологии» Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ЛИКВИДАЦИИ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

М. М. Коленчукова

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

Научный руководитель Т. А. Трохова

Одним из наиболее сложных процессов при строительстве нефтяных скважин является процесс анализа и ликвидации осложнений, возникающих при бурении. От быстроты ликвидации осложнений зависит, в значительной степени, время, затраченное на бурение. Ущерб от осложнений складывается из потерь времени для их ликвидации, зачастую сопоставимых со временем самого бурения, затрат на энергию и материалы. Поэтому компьютерный анализ и автоматизация процесса расчета потребности в материалах для ликвидации осложнений на скважинах является актуальной задачей, которая при полной реализации приведет к значительной экономии средств.

Осложнением при бурении называют такую нештатную ситуацию на скважине, при которой дальнейшая ее проходка становится невозможной, либо бурение продолжается, но резко снижается его производительность. При бурении скважин осложнения являются вполне ожидаемым процессом, в результате возникновения которого появляется задача минимизировать сроки его ликвидации. Для ускорения ликвидации осложнений и аварий необходима единая система классификации, расследования и учета аварий, возникающих при бурении скважин, составление четкого плана ликвидации осложнений и расчета потребности в материалах для ликвидации. Все эти процессы нуждаются в автоматизации и включаются в автоматизированную систему прогноза и анализа осложнений при бурении нефтяных скважин. Программный комплекс «Планирование и мониторинг процесса ликвидации осложнений при бурении нефтяных скважин» является частью этой автоматизированной системы.

Программный комплекс «Планирование и мониторинг процесса ликвидации осложнений при бурении нефтяных скважин» относится к направлению автоматизации оперативного строительства нефтяных скважин. Это направление является актуальным и позволяет значительно сократить время и улучшить качество инженерных

работ по технологической подготовке процесса ликвидации осложнений при бурении нефтяных скважин.

Весь набор функций, выполняемых данным программным комплексом, можно разделить на:

- выбор оптимального метода ликвидации произошедшего осложнения на скважине;
- расчет потребности в материалах для ликвидации осложнения на скважине;
- активирование данных о ликвидации осложнений на скважинах;
- поиск данных о произошедших ранее осложнениях на всех зарегистрированных скважинах;
- ведение базы данных осложнений.

В соответствии с функциональной моделью программного комплекса были выявлены основные режимы его функционирования и разработано лингвистическое и информационное обеспечение.

Тщательная проработка методического материала по ликвидации осложнений при бурении скважин позволила провести детальный информационный анализ и корректно сформировать нормативно-справочную информацию программного комплекса. В результате были выделены 7 справочников общесистемного характера и 2 оперативные таблицы базы данных. Примерами справочников являются: справочник скважин, справочник площадей, справочник видов осложнений, справочник способов ликвидации осложнений, справочник параметров осложнений, справочник наименований материалов, справочник осложнений, таблицы базы данных осложнений, таблица базы данных пользователей. Данные справочников можно просматривать как в табличном виде, так и в виде дерева. Для того чтобы отредактировать данные, пользователь должен иметь специальный личный логин и пароль. При их наличии, нажав на соответствующую кнопку для изменения данных выбранного справочника, у пользователя появляются специальные возможности для редактирования.

Основным режимом работы комплекса является оперативный режим фиксирования информации о произошедшем на скважине осложнении и занесения данных вместе с параметрами и классификационными признаками в базу данных. При работе с пунктом меню «Осложнение произошло» пользователь может осуществлять набор данных о новых осложнениях на активной скважине. При выборе данного подпункта должна быть внесена вся первичная информация в пошаговом режиме. Первым шагом пользователь должен выбрать площадь и номер скважины, на которых произошло регистрируемое осложнение. Вторым шагом выбирается вид осложнения и способ его ликвидации. Третьим – интервал на котором произошло осложнение (в метрах). Четвертый шаг – это занесение данных о времени начала осложнения на скважине и завершении ремонтных работ для возобновления бурения. После заполнения всех вышеперечисленных данных пользователь оповещается о том, что данные занесены в базу.

При работе с пунктами меню «Ликвидированные осложнения» и «Неликвидированные осложнения» пользователь может просматривать соответствующие данные, представленные в виде таблиц.

Пользователь, имеющий права администратора, имеет доступ к дополнительным данным обо всех пользователях, имеющихся в системе. Может оперировать их данными, вносить в них изменения, а также создавать новых пользователей и удалять уже имеющихся.

Режим расчета потребности в материально-технических ресурсах позволяет на основании выбранного метода ликвидации осложнения и соответствующих пара-

метров осложнения рассчитать потребность в материалах, выдать заявку для заказа материалов, заполнить необходимый раздел в акте осложнения.

Пункт меню «Отчеты» позволяет получить все виды отчетности как по самим осложнениям, так и по материально-техническим ресурсам, затраченным на его ликвидацию. Для каждого вида отчетности есть стандартная, утвержденная предприятием форма. При работе в этом режиме пользователь может получить информацию обо всех осложнениях, произошедших на имеющихся в базе данных площадях и скважинах. Основной отчетной формой является акт, фиксирующий произошедшее осложнение и информацию о проведении работ по ликвидации осложнений, где указывается время, затраченное на ликвидацию осложнения.

Данный программный комплекс предназначен для работы как в оперативном режиме при возникновении осложнения на скважине, так и в режиме поиска и анализа информации по осложнениям на скважинах. Комплекс позволяет усовершенствовать процесс ликвидации произошедших осложнений на скважине, минимизировать затраты времени на создание и актирование документации, хранящей данные о произошедших осложнениях, возобновить технический процесс бурения скважины в кратчайшие сроки.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМБИНАЦИОННЫХ СХЕМ С МИНИМАЛЬНОЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Д. С. Емельянов

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

Одной из тенденций последних десятилетий в области проектирования и производства цифровых интегральных микросхем является улучшение их характеристик, наряду с повышением производительности, уменьшением габаритных размеров и затрат на производство. Это связано в первую очередь с переходом к портативным устройствам и коммутаторам, сочетающим в себе компактные размеры и высокое быстродействие. Увеличение числа транзисторов на единице площади кристалла приводит к повышенному тепловыделению и необходимости отвода тепла.

Проблема снижения потребляемой мощности ПЛИС достаточно актуальна, так как грамотно спроектированная интегральная микросхема в отдельных случаях позволяет экономить до 90 % своей потребляемой мощности.

Как правило, потребляемую мощность (мощность рассеяния) цифровых схем можно разделить на два вида – динамическую и статическую. Динамическая рассеиваемая мощность возникает в момент переключения схемы из одного логического состояния в другое и определяется двумя основными источниками – токами заряда/разряда паразитных емкостей логических элементов и сквозными токами, которые протекают через логический элемент в момент переключения. Статическая мощность рассеивается тогда, когда логический элемент находится в некотором фиксированном логическом состоянии («0» или «1») и определяется токами утечки, обратными токами p - n -переходов и токами нагрузки [1]. Относительная составляющая каждого вида мощности может варьироваться в широких пределах. Это в первую очередь зависит от режима работы схемы.

Снижение переключательной активности цифровой схемы является одним из направлений понижения общего энергопотребления ПЛИС. Это достигается благодаря внедрению новых методологий проектирования.

Целью научной работы является разработка автоматизированной системы проектирования комбинационных схем с минимальной переключательной активностью. В работе рассматриваются схемы, построенные на базе простейших логических элементов *AND*, *OR*, *XOR*.

Согласно вероятностной методике оценки потребляемой мощности комбинационных схем существуют понятия сигнальной вероятности, вероятности переключения и переключательной активности логического элемента.

Переключательная активность элемента $WSA(p)$ – это физическая величина, характеризующая частоту переключения логического сигнала на выходе. Вероятность переключения узла $p(x)$ – это отношение среднего числа тактов работы, в которых изменяется логическое состояние узла к общему числу тактов работы. Сигнальная вероятность узла схемы $p(x)$ – это отношение среднего числа тактов работы, в которых узел находится в состоянии логической единицы «1» к общему числу тактов работы [2].

Для каждого логического элемента определена формула вычисления сигнальной вероятности. Формулы сведены в таблицу.

Формулы вычисления сигнальной вероятности логических элементов

| Тип элемента | Формула |
|--------------|--|
| <i>AND</i> | $p(y) = p(x_1) \times p(x_2)$ |
| <i>OR</i> | $p(y) = p(x_1) + p(x_2) - p(x_1) \times p(x_2)$ |
| <i>XOR</i> | $p(y) = p(x_1) + p(x_2) - 2 \times p(x_1) \times p(x_2)$ |

Значение сигнальной вероятности используется для вычисления переключательной активности каждого составляющего узла схемы. В работе рассмотрены два варианта расчета переключательной активности элемента [3].

Первый вариант:

$$wsa(p) = 2 \times p \times (1 - p), \tag{1}$$

где wsa – выходная переключательная активность узла; p – сигнальная вероятность переключения.

Второй вариант:

$$wsa(p) = p_1 \times wsa_2 + p_2 \times wsa_1, \tag{2}$$

где wsa – выходная переключательная активность узла, p_1, p_2 – вероятности переключения на входах элемента, wsa_1, wsa_2 – переключательные активности на входах элемента.

Общая переключательная активность определяется как сумма переключательных активностей всех составляющих узлов схемы:

$$WSA = \sum_i wsa_i. \tag{3}$$

Чем больше величина WSA , тем выше энергопотребление схемы.

Снижение переключательной активности достигается путем оптимальной декомпозиции логической схемы. Рассмотрим алгоритм синтеза многовходового логического элемента, при котором суммарная переключательная активность будет наименьшей.

На начальном этапе формируется вектор $P = |p_1, p_2, \dots, p_n|$ из значений вероятностей переключения на входах схемы. Из множества вероятностей выбирается такая пара значений, которая при пересчете переключательной активности по формуле (1) или (2) дает минимальное значение. Выбранная пара значений образует новый элемент, и его выходная сигнальная вероятность замещает две исходных вероятности в векторе P . Число элементов вектора уменьшается на единицу. Процесс повторяется пока размерность вектора больше единицы.

Такой подход позволяет скомбинировать двухвходовые элементы наиболее оптимально, за один этап, не прибегая к ресурсоемкому перебору всех возможных топологий схемы и пересчете их переключательных активностей.

На базе предложенного алгоритма функционирует программная система, в основу которой заложены следующие возможности:

- получение исходных данных абстрактной модели интегральной микросхемы;
- анализ входных данных и построение математической модели будущего многовходового элемента;
- декомпозиция элемента и получение конечной его топологии;
- графическая интерпретация результатов;
- генерация файла описания элемента на языке VHDL;
- сохранение результатов и дальнейшее моделирование работы микросхемы в среде проектирования Xilinx.

На рис. 1 представлено графическое окно программы для ввода исходных данных.

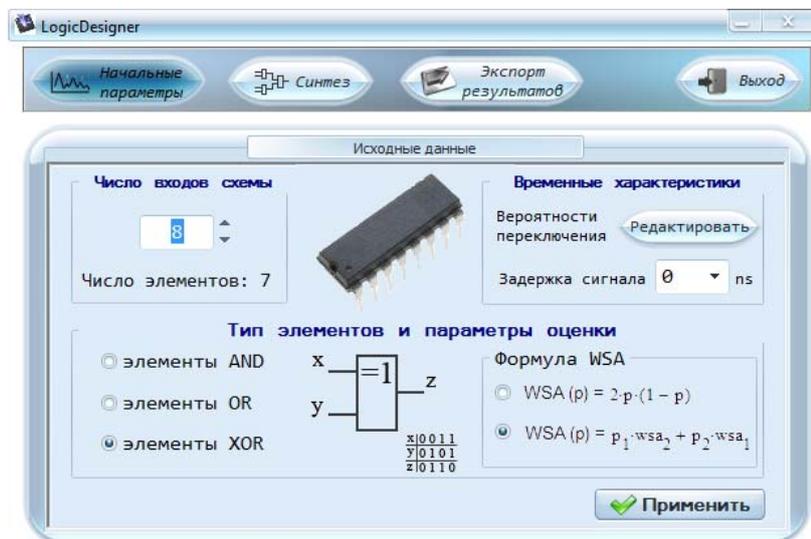


Рис. 1. Графическое окно для ввода данных в программу

В данном случае требуется получить восьмивходовой сумматор по модулю 2. Вероятности переключения на входах представлены множеством $\{0.6 \ 0.6 \ 0.6 \ 0.6 \ 0.6 \ 0.6 \ 0.6 \ 0.6\}$. В результате оптимальной в плане энергопотребления будет схема с топологией, представленной на рис. 2.

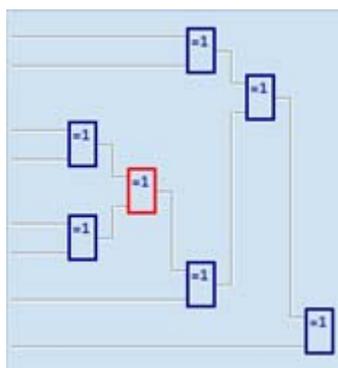


Рис. 2. Структура восьмивходового сумматора по модулю 2

Исследование поведения элемента проводится в среде проектирования Xilinx ISE WebPack. Для оценки потребляемой мощности используется интегрированный пакет XPower. Анализ результатов моделирования показал, что с увеличением разрядности логического элемента расхождение в значениях его потребляемой мощности между разработанной программной системой и пакетом XPower составляют порядка 10–15 %.

Литература

1. Pedram, M. Power Minimization in IC Design: Principles and Applications / M. Pedram // ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems. – 1996. – Vol. 1, № 1. – P. 3–56.
2. Мурашко, И. А. Источники рассеиваемой мощности цифровых КМОП-схем / И. А. Мурашко // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2006. – № 4. – С. 84–92.
3. Мурашко, И. А. Методы минимизации энергопотребления при самотестировании цифровых устройств / И. А. Мурашко, В. Н. Ярмолик. – Минск : Бестпринт, 2004. – 188 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТИРУЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

А. А. Белявский

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

Научный руководитель Е. Г. Стародубцев

Государственная статистическая отчетность (ГСО) – это форма государственного статистического наблюдения, при которой уполномоченные органы получают от юридических и физических лиц необходимые им сведения в законном порядке, отчетные документы за подписями лиц, ответственных за предоставление и достоверность сообщаемых данных. Государственная статистическая отчетность юридических лиц представляется в порядке, утвержденном Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь [1]. Формирование статистических отчетов является достаточно трудоемким процессом по причине того, что Национальный статистический комитет Республики Беларусь периодически вносит изменения в правила составления форм ГСО. Разработаны автоматизированные рабочие места и системы (АРМ, АИС) специалистов, обеспечивающих ведение ГСО предприятий (объединений предприятий), однако при изменении требований к формам ГСО приходится выполнять доработку и модернизацию этого программного обеспечения (ПО). В на-

стоящее время не существует универсальных программных комплексов, которые могли бы автоматизировать процесс настройки АРМ и АИС, требуемой при изменениях форм ГСО. В связи с этим у конечного пользователя возникают проблемы с модернизацией существующего ПО при изменении форм ГСО.

Например, для форм отчетности по топливно-энергетического комплексу характерна ситуация, когда практически вся информация по потреблению топлива, электрической и тепловой энергии, использованию отходов, применению энергосберегающих мероприятий создается в отделах главного энергетика или аналогичных службах субъектов хозяйствования. Данная информация группируется по функциональному признаку в формах ГСО, которые периодически меняют не только свою структуру, но и свои названия. Для того чтобы появилась возможность автоматизировать процесс создания отчетов, в первую очередь необходимо создать универсальную модель схемы хранения данных. Эта модель должна быть гибкой и легко настраиваемой, чтобы при изменении форм ГСО можно было легко внести правки в соответствующее ПО без потери информации. Требования к заполнению этих форм существенно менялись в течение последних 3–5 лет [2].

На рис. 1 представлена разработанная схема данных, описывающая предметную область ведения ГСО. Титульный лист на всех видах форм ГСО выглядит одинаково, отличия лишь в виде формы и сроках предоставления. Информация о респондентах хранится в отдельной таблице и при необходимости может быть легко изменена. Каждая форма ГСО может иметь несколько разделов, а каждый раздел имеет свой порядковый номер и название. В каждом разделе приводится ряд показателей. Эти показатели хранятся в справочнике строк, и пользователю необходимо просто выбрать необходимые строки в соответствии с нормативными документами. В случае изменений требований составления форм ГСО не требуется изменять всю базу данных целиком. Необходимо будет изменить (добавить, удалить) необходимые строки в соответствующих таблицах, что может быть выполнено пользователем АИС – неспециалистом в области информационных технологий.

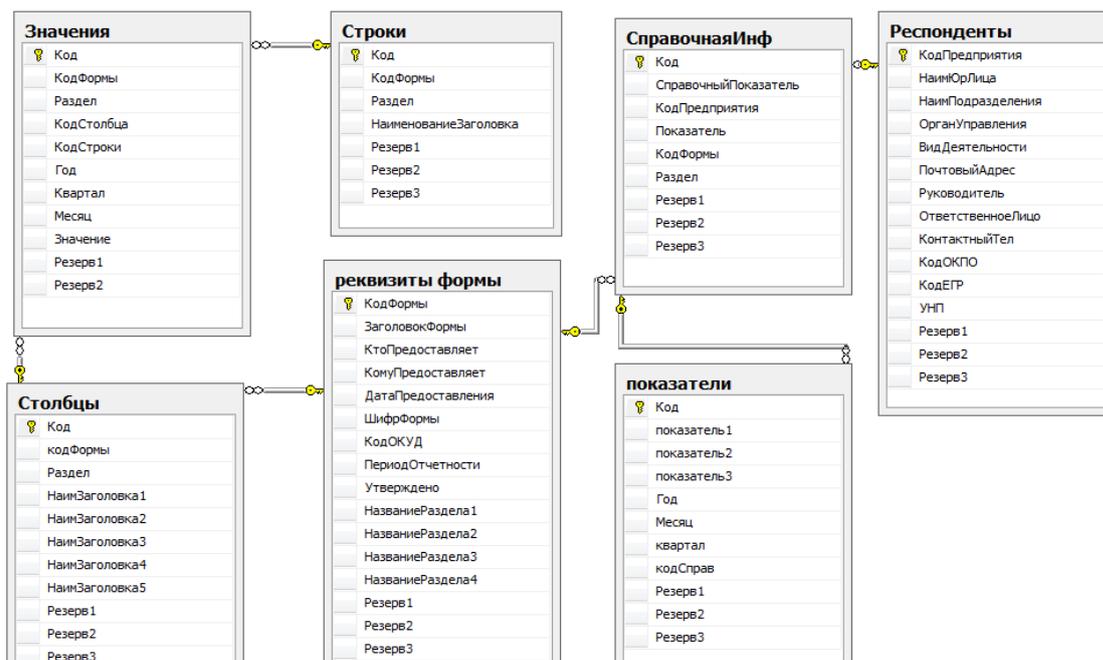


Рис. 1. Схема данных, описывающая предметную область ведения ГСО

Предложенная реляционная модель данных, описывающая предметную область ведения ГСО, является гибкой и легко настраиваемой. Она позволяет достаточно просто учитывать возможные изменения форм ГСО. Данная модель использована для разработки АИС в области ведения ГСО.

Наименования показателей хранятся в справочных таблицах, из которых пользователь выбирает необходимые строки в соответствии с нормативными документами. При изменениях требований к формам ГСО не требуется изменять структуру базы данных и программные модули, достаточно добавить строки в соответствующие справочники строк и столбцов, что реализуется с помощью простого графического интерфейса. Возможна простая настройка АИС на учет новой формы ГСО, которая ранее не использовалась. Разработанный программный комплекс включает четыре основных компонента, показанных на рис. 2.

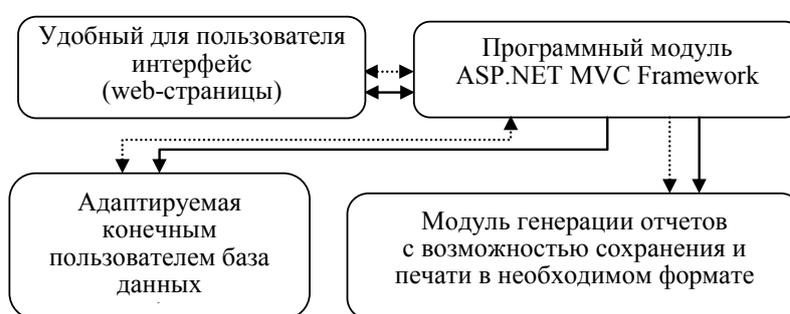


Рис. 2. Схема взаимодействия компонентов АИС

На схеме взаимодействие модулей АИС характеризуется потоками управления (сплошная линия) и потоками данных (прерывистая линия), проходящих через программный модуль. Конечный пользователь взаимодействует с АИС с помощью web-браузера, программный модуль обрабатывает запросы пользователя и обращается к БД либо к модулю генерации отчетов.

Выбор базового прикладного продукта, с помощью которого выполняются поставленные задачи, не является однозначным. Тем не менее, проанализировав представленные на современном рынке системы управления базами данных (СУБД), было решено остановиться на клиент-серверной СУБД MS SQL Server. Также был сделан выбор в сторону веб-приложения по причине быстрого и простого развертывания разработанного ПО не только в локальной сети, но и в Интернет. Технология ASP.NET была выбрана как средство разработки приложения из-за того, что это самая современная технология разработки веб-сайтов и интранет-приложений на данный момент. Большая часть веб-проектов в мире в настоящий момент реализуется именно с помощью этой технологии. Также используется AJAX-подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером. В результате, при обновлении данных, веб-страница не перезагружается полностью, и веб-приложения становятся более быстрыми и удобными. Для вывода отчетов на печать используется SQL Server Reporting Services – программная серверная система создания отчетов, встроенная в MSSQLServer и использующая интерфейс веб-служб для разработки отчетов. Она может быть использована для подготовки интерактивных и печатных отчетов различных видов.

Разработанная АИС верифицирована при ведении ГСО по топливно-энергетическому комплексу.

Преимущества разработанной АИС:

– возможность быстрой настройки пользователями – неспециалистами в области информационных технологий – АРМ, АИС при изменениях форм, без доработки существующего ПО;

– возможность использования единой базы данных для ведения разных видов ГСО предприятия (объединения предприятий);

– возможность объединения в рамках одной системы данных субъектов хозяйствования разных иерархических уровней (подразделений предприятия, предприятия, концерна, территориальных единиц и т. д.), что позволяет упростить обработку сводных данных, получение итогов, различных срезов.

Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 3.02.2012.
2. Белявский, А. А. Разработка реляционной модели данных для адаптируемых систем ведения государственной статистической отчетности / А. А. Белявский // Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. «Исследования и разработки в области машиностроения энергетики и управления», Гомель, 28–29 апреля 2011 г. / Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – С. 477–479.

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СИНТЕЗАТОРА ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТАХ

Д. Е. Храбров

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

Самым распространенным методом генерации псевдослучайных последовательностей является регистр сдвига с линейной обратной связью (англ. *Linear feedback shift register, LFSR*). Он состоит из двух частей: собственно регистра сдвига и функции обратной связи. Регистр состоит из битов, его длина – количество этих бит. Когда нужно извлечь бит, все биты регистра сдвигаются вправо на одну позицию. Новый крайний слева бит определяется функцией остальных битов. На выходе регистра оказывается один значащий бит. Период регистра сдвига – длина получаемой последовательности до начала ее повторения [1].

Хорошо известны *LFSR*-генераторы, широко применявшиеся в качестве аппаратных генераторов псевдослучайных чисел в XX в. К сожалению, очень мало известно о современных аппаратных генераторах (поточных шифрах), так как большинство из них разработано для военных целей и держатся в секрете. Почти все существующие коммерческие аппаратные реализации запатентованы и также держатся в секрете.

Ячейки памяти *LFSR* можно заменить на похожие, но имеющие по два входа и два выхода. Это даст возможность создавать генераторы без линейной обратной связи, на которой при аппаратной реализации идут максимальные потери. В итоге получается одномерный линейный клеточный автомат.

Одномерный клеточный автомат представляет собой цепочку клеток, в которой для каждой клетки, кроме крайних, имеется по два соседа. Для устранения краевых эффектов решетка может «заворачиваться» в тор. Это позволяет использовать соотношение для всех клеток автомата, показанное в (1):

$$y'[i] = f(y[i - 1], y[i], y[i + 1]), \quad (1)$$

где f – функция переходов клетки; $y'[i]$ – состояние i -й клетки в следующий момент времени; $y[i - 1]$ – состояние $(i - 1)$ -й клетки в данный момент; $y[i]$ – состояние i -й клетки в данный момент времени; $y[i + 1]$ – состояние $(i + 1)$ -й клетки в данный момент.

Правила вычисления 90 и 150 выглядят следующим образом:

1) правило 90: $s_i^+ = s_{i-1} \oplus s_{i+1}$;

2) правило 150: $s_i^+ = s_{i-1} \oplus s_i \oplus s_{i+1}$.

В соответствии с правилом 90, значением ячейки является сумма по модулю два значений из двух соседних клеток на предыдущем шаге по времени t . Правило 150 включает в себя еще и значение ячейки i на предыдущем шаге. В общем случае будем использовать вектор правил $[d_1, d_2, \dots, d_N]$ для описания N -разрядного клеточного автомата, где d_i равно 0, если ячейка i использует правило 90, или равно 1, если ячейка i использует правило 150.

При помощи одного и того же порождающего полинома можно построить генератор псевдослучайных последовательностей как на основе *LFSR*, так и на основе клеточных автоматов.

И клеточный автомат, и *LFSR* могут быть представлены матрицами перехода, для которых характеристические многочлены могут быть вычислены. Об отношениях между *LFSR* и клеточными автоматами известно следующее: одномерный линейный клеточный автомат и *LFSR* с тем же неприводимым или примитивным характеристическим многочленом изоморфны, и их соответствующие матрицы перехода аналогичны.

Как следствие, можно поставить задачу: для имеемого набора правил клеточного автомата нужно найти характеристический полином. В данной работе было реализовано следующее решение поставленной задачи.

По имеемой конфигурации строится трехдиагональная матрица A , главной диагональю которой является набор правил клеточного автомата. Вспомогательные диагонали единичны. Далее находится определитель матрицы $A \oplus Ix$, где I – единичная матрица. Определитель и является искомым полиномом.

Пусть правила построения выглядят следующим образом – $[1, 1, 1, 1, 0]$. Порождающая матрица для данных правил имеет вид:

$$A \oplus Ix = \begin{vmatrix} 1 \oplus x & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 \oplus x & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \oplus x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \oplus x & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x \end{vmatrix}.$$

Вычислив определитель порождающей матрицы, получим:

$$\det (A \oplus Ix) = 1 \oplus x^2 \oplus x^5 \text{ GF}(2). \quad (2)$$

Также можно поставить и обратную задачу. То есть у нас имеется характеристический полином и нужно сгенерировать набор правил построения клеточного автомата.

В статье Кателла и Музио [2] предлагается метод пошагового деления на уже известный полином. То есть N -й полином – это и есть характеристический. Предполагается, что мы знаем $N - 1$, а из этих двух уже можно получить все остальные. Далее нужно решить полученную систему линейных алгебраических уравнений.

Загвоздка метода, предложенного Кателлом и Музио, именно в нахождении $N - 1$ полинома. Его поиск описан математически, однако далеко не тривиален. В данной работе был предложен следующий алгоритм:

1. Найти в общем виде определитель матрицы $A \oplus Ix$ (размерность равна старшей степени характеристического полинома).
2. Приравнять коэффициенты при степенях x в определителе и характеристическом полиноме.
3. Решить систему нелинейных уравнений относительно a .

В данном алгоритме слабым местом является решение системы уравнений. Однако задача решения системы уравнений распространена больше, чем решение квадратного уравнения относительно полинома в бинарном поле.

При решении системы уравнений получаем минимум две конфигурации правил для создания клеточного автомата. Это объясняется тем, что: во-первых, найдены все конфигурации, в том числе и симметричные; во-вторых, одному полиному может соответствовать несколько конфигураций клеточных автоматов (в том числе симметричные).

В ходе данной работы был разработан генератор клеточных автоматов для *Xilinx ISE* на языке *VHDL*. Тестовая программа была скомпилирована в язык *Schematic*, близкий к аппаратной реализации. Далее была эмулирована работа аппаратного устройства, а результаты проанализированы методами, описанными в [3].

Одним из результатов работы приложения является таблица порождающих полиномов седьмой степени, дающих максимальную длину генерируемой последовательности (таблица).

Все порождающие полиномы седьмой степени, дающие максимальную длину генерируемой последовательности

| Полином | Конфигурация |
|---|---------------------|
| $1 \oplus x \oplus x^3 \oplus x^5 \oplus x^7$ | 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1 |
| $1 \oplus x \oplus x^4 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0 |
| $1 \oplus x^4 \oplus x^7$ | 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^7$ | 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1 |
| $1 \oplus x \oplus x^3 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1 |
| $1 \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^4 \oplus x^7$ | 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^5 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0 |
| $1 \oplus x^2 \oplus x^4 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^3 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1 |
| $1 \oplus x \oplus x^7$ | 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1 |

Окончание табл.

| Полином | Конфигурация |
|---|---------------------|
| $1 \oplus x^2 \oplus x^5 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0 |
| $1 \oplus x^4 \oplus x^5 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1 |
| $1 \oplus x^3 \oplus x^4 \oplus x^5 \oplus x^7$ | 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^4 \oplus x^5 \oplus x^7$ | 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0 |
| $1 \oplus x^3 \oplus x^7$ | 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^5 \oplus x^7$ | 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0 |
| $1 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0 |
| $1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^4 \oplus x^5 \oplus x^6 \oplus x^7$ | 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0 |

Пока реализованный алгоритм не способен вычислять список полиномов для степеней больше 30, но, учитывая успешный опыт оптимизации [4], в будущем эту цифру удастся значительно улучшить.

Аналогов данной разработке нет. Однако использованное подмножество клеточных автоматов довольно узкое, при расширении которого могут быть использованы аналогичные программные продукты.

Литература

1. Ganguly, N. Design of An On-Chip Test Pattern Generator Without Prohibited Pattern Set / N. Ganguly, B. K. Sikdar, P. P. adChaudhuri. – IEEE 15th International Conference on VLSI Design, 2002.
2. Cattell, K. Synthesis of one-dimensional linear hybrid cellular automata / K. Cattell, J. C. Muzio. – IEEE Transactions on Computer-Aided Design, 1996.
3. Мурашко, И. А. Методы минимизации энергопотребления при самотестировании цифровых устройств / И. А. Мурашко, В. Н. Ярмолик. – Минск : Бестпринт, 2004. – 188 с.
4. Формирователь синусоиды на основе широтно-импульсной модуляции : пат. 7437 Респ. Беларусь, МПК Н 03 К 3/80 / Е. А. Храбров, Ю. Е. Котова, Д. Е. Храбров. – № 20101084; заявл. 30.12.2010; опубл. 18.04.2011.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ДЕЦИМАЦИИ

А. А. Ясонов

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

В процессе своего создания современное микроэлектронное устройство проходит два вида тестирования – функциональное тестирование и производственное тестирование. Несмотря на схожесть названий, целей и, иногда, методов функционального и производственного тестирования, между ними существует большая разница. Цель функционального тестирования – обнаружить ошибки в функционировании устройства или доказать, что устройство выполняет заданные функции без ошибок. Задача производственного тестирования – обнаружить производственные дефекты в уже изготовленном устройстве или доказать, что они отсутствуют. Основные требования при производственном тестировании – обеспечить приемлемый процент покрытия неисправностей (faultcoverage – FC). В настоящее время считается приемлемым FC порядка 95 %.

Очевидным способом производственного тестирования является тестирование устройства с использованием уже существующих функциональных тестов, что довольно часто применяется. Практика показывает однако, что такой подход не слишком хорош. Во-первых, наборы функциональных тестов для сложных устройств, как правило, довольно объемны. Следовательно, дорогостоящее тестовое оборудование будет сильно загружено, пока будет проверена вся партия кристаллов. Во-вторых, функциональные тесты не предназначены для выявления производственных дефектов, поэтому нельзя быть уверенным в том, что они способны выявить максимальное количество дефектов. Поэтому практическим стандартом стал способ производственного тестирования с использованием специального порта – TAP-порта, или JTAG интерфейса, который перешел в системы на кристалле по наследству от печатных плат.

Основная идея использования JTAG интерфейса заключается в следующем. На стадии синтеза устройства по RTL описанию в современных компиляторах имеется возможность так устанавливать параметры синтезируемого устройства, что в него вносятся дополнительные цепи, соединяющие все триггеры схемы в одну цепочку (цепочка может быть и несколько). Одновременно компилятор генерирует систему тестовых воздействий для построенной цепочки так, чтобы процент покрытия неисправностей был приемлемым (считается приемлемым процент покрытия равный 97 %). В процессе тестирования тестовые комбинации проходят по цепочке до нужных элементов. Достоинствами использования JTAG интерфейса по сравнению с ранее описанным подходом является более эффективное использование тестового оборудования и больший процент обнаруживаемых дефектов. Недостатками использования JTAG интерфейса можно считать необходимость наличия тестового оборудования. Это не позволяет тестировать устройство конечному пользователю, в том числе в процессе эксплуатации, что бывает часто необходимо, например, в системах криптографии. Внесение дополнительных цепей, не существующих на RTL уровне, также не всегда бывает приемлемым, кроме того, они могут привести к неконтролируемой деградации производительности устройства, что в высокопроизводительных системах также неприемлемо.

Есть еще один подход к тестированию устройств – самотестирование (BIST – built-in-self-test), в котором отсутствуют указанные недостатки. Основными достоинствами самотестирования является дешевизна, а также возможность тестирования устройства конечным пользователем. Главным достоинством, конечно, является отсутствие необходимости использования какого-либо внешнего дополнительного оборудования.

Основная идея самотестирования – использование внутренних аппаратных ресурсов для целей тестирования. Разумеется, полностью обойтись без дополнительного оборудования в процессе самотестирования невозможно, но желательно, чтобы оно было минимальным. В настоящее время считается приемлемым 10–15 % дополнительной аппаратуры при условии достижения нужного процента FC.

В организации самотестирования можно выделить следующие основные проблемы:

- генерация тестовых воздействий;
- сбор информации;
- внесение дополнительных точек наблюдения;
- переконфигурация устройства или его отдельных частей.

Генерация тестовых воздействий и сбор информации – функции BIST-контроллера. BIST-контроллер – это специализированное устройство, предназначенное исключительно для организации самотестирования. На его долю обычно приходится

90–100 % дополнительного оборудования, следовательно, главное требование, которое к нему предъявляется, в дополнение к указанным функциям – компактность.

Использование случайных тестовых воздействий гораздо экономичнее как с точки зрения аппаратных затрат, так и с точки зрения количества тестовых векторов, необходимых для достижения нужного процента ФС. Для этого целесообразно использовать хорошо известное устройство – сдвигающий регистр с линейными обратными связями (linierfeedbackshiftregister – LFSR).

Чтобы выходная последовательность такого устройства была максимально длинной, необходимо, чтобы обратные связи соответствовали коэффициентам полинома, для которого коэффициент пересчета (возврат в исходное состояние) был 2^N , где N – число разрядов регистра. На рис. 1 изображена реализация LFSR, соответствующего полиному $X^8 + X^6 + X^5 + X + 1$.

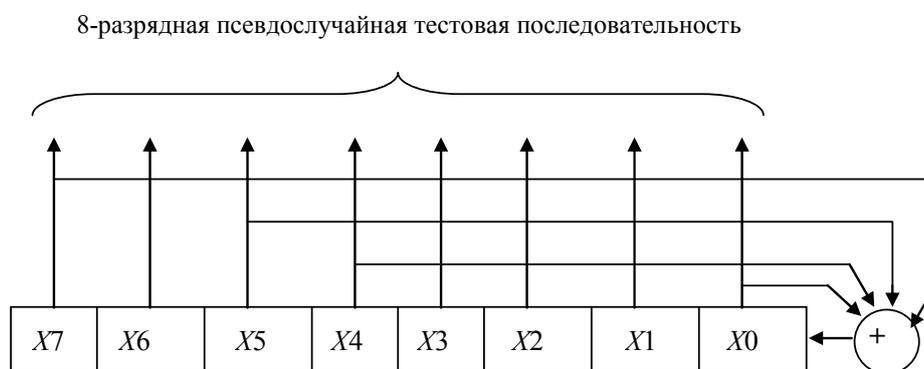


Рис. 1. Сдвигающий регистр с линейными обратными связями

Разрядность LFSR выбирают, исходя из практических соображений. Она не может быть меньше $\log_2(K)$, где K – число тестовых векторов. Как правило, 16-битового LFSR достаточно для тестирования большинства цифровых устройств. В случаях, когда LSFR используется для тестирования больших устройств, состоящих из нескольких СФ блоков, его разрядность может быть увеличена до 32.

При разработке встроенных средств самотестирования часто возникает задача подбора порождающего полинома определенной степени для повышения качества тестирования. Таблицы примитивных полиномов содержат, как правило, по одному полиному каждой степени. Кроме того, уже для 19-й степени существует уже 27594 примитивных полиномов. Хранить таблицы полиномов нецелесообразно из-за их объемов. Поэтому разработаны различные методики формирования множества полиномов заданной степени. Для решения этой задачи также может быть применено свойство децимации M -последовательности (последовательности максимальной длины). Алгоритм нахождения примитивных полиномов достаточно прост.

1. Из таблицы выбирается полином заданной степени m . Для него строится порождающая матрица V и находится период M -последовательности: $L = 2^m - 1$.

2. Выбирается коэффициент децимации q . При этом на q накладываются следующие ограничения:

– $(L, q) = 1$, т. е. L и q должны быть взаимно просты;

– $q \neq 2^i$, $i = 1, 2, 3, \dots$. Данное ограничение связано с тем, что при $q = 2^i$ новый полином будет совпадать с исходным;

– $q \neq (L-1)2^i$, $i = 1, 2, 3, \dots$. Данное ограничение связано с тем, что при $q \neq (L-1)2^i$ формируется взаимно-обратный полином, который можно вычислить исходя из следующего выражения. Для полинома $\varphi(x)$ степени m существует взаимно-обратный полином $\varphi^{-1}(x)$, который связан с ним соотношением $\varphi^{-1}(x) = x^m \varphi\left(\frac{1}{x}\right)$. Если $\varphi(x)$ примитивный, то и взаимно-обратный полином также является примитивным.

3. Находится V^m и в соответствии с формулой $p(x) = \det(V \oplus Ix)$, где V – порождающая матрица, единичная диагональная матрица того же ранга, что и матрица V , находится новый полином.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН

П. П. Аниховский

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

Научный руководитель К. С. Курочка

Сооружение нефтяной и газовой скважин предстает собой два последовательных процесса: бурение скважины и ее крепление. Для предохранения стенок скважины от обвалов, газо- и водопроявлений, а также изолирования продуктивных пластов стенки скважины укрепляют обсадными трубами. Обсадные трубы крепятся в скважине цементным раствором [1]. Процесс вытеснения из скважины бурового раствора и закачки в пространство между стенками скважины и обсадными трубами цементного (тампонажного) раствора называется цементированием или креплением скважины. Простейшая схема цементирования приведена на рис. 1.

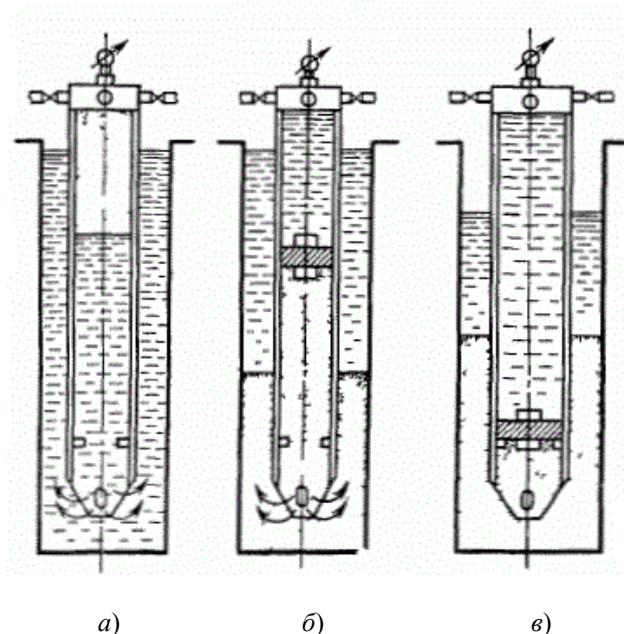


Рис. 1. Простейшая схема цементирования скважины:
 а – закачка цементного раствора; б – продавливание цементного раствора;
 в – посадка цементировочной пробки на стоп-кольцо

Рассмотрим цементный раствор как вязкую несжимаемую жидкость. Ее течение по внутреннему каналу обсадной трубы подчиняется уравнениям Навье-Стокса, которые для двумерного случая без учета конвективных членов имеют вид [2] (первых два уравнения представляют собой уравнения движения, третье – уравнение неразрывности):

$$\begin{aligned} \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial x} + X &= 0; \\ \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial y} + Y &= 0; \\ \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где μ – динамическая вязкость цементного раствора, $\text{м}^2/\text{с}$; p – давление, возникающее при движении цементного раствора, Па; X и Y – силы, действующие на единицу объема раствора в направлениях x и y , $\text{Н}/\text{м}^3$; u и v – компоненты скорости движения раствора в направлениях x и y , $\text{м}/\text{с}$.

Представим неизвестные величины давления p и компонент скоростей u и v в виде [3]:

$$p = [N]\{p\}, \quad u = [N]\{u\}, \quad v = [N]\{v\}, \quad (2)$$

где $[N]$ – функции формы, обеспечивающие неразрывность переменных.

Используя метод Галеркина [3], [4], составим для произвольной точки i систему трех уравнений, первое из которых имеет вид:

$$\int_V N_i \left[X - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \right] dV = 0. \quad (3)$$

Интегрируя это выражения по частям и выполняя соответствующие преобразования, получаем:

$$\int_V \left[N_i \left(X - \frac{\partial p}{\partial x} \right) - \mu \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x} - \mu \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y} \right] dV + \int_S \mu N_i \frac{\partial u}{\partial n} dS = 0. \quad (4)$$

После подстановки (2) в первое слагаемое получаем:

$$\int_V \left[N_i X - N_i \frac{\partial [N]}{\partial x} \{p\} - \left(\mu \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial [N]}{\partial x} + \mu \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial [N]}{\partial y} \right) \{u\} \right] dV. \quad (5)$$

Выражение для скорости в направлении y имеет аналогичный вид. Последнее уравнение, получающееся из уравнения неразрывности в (1), имеет вид:

$$\int_V N_i \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dV = \int_V N_i \left(\frac{\partial [N]}{\partial x} \{u\} + \frac{\partial [N]}{\partial y} \{v\} \right) dV = 0. \quad (6)$$

Сгруппировав все неизвестные, относящиеся к данной точке, в виде:

$$\{\Phi_i\} = \begin{Bmatrix} u_i \\ v_i \\ p_i \end{Bmatrix}, \quad (7)$$

получаем уравнение глобальной конечноэлементной системы в стандартном виде:

$$[K]\{\Phi\} + \{F\} = 0. \quad (8)$$

Вклад каждого конечного элемента в общую систему определяется матрицей жесткости следующего вида:

$$[k_{ij}]^e = - \int_{V^e} \mu \begin{bmatrix} \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial N_j}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial N_j}{\partial y} & 0 & \frac{1}{\mu} N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \\ 0 & \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial N_j}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial N_j}{\partial y} & \frac{1}{\mu} N_i \frac{\partial N_j}{\partial y} \\ \frac{1}{\mu} N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} & \frac{1}{\mu} N_i \frac{\partial N_j}{\partial y} & 0 \end{bmatrix} dV. \quad (9)$$

Поверхностный интеграл в (4) исчезает в той части границы, где задано u . Если на части границы задано $\frac{\partial u}{\partial n}$, то в векторе $\{F\}$ в уравнении (8) появляется дополнительный член. Таким образом, вектор $\{F\}$ для рассматриваемой точки имеет вид [3]:

$$\{F_i\}^e = \int_{V^e} N_i \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ 0 \end{Bmatrix} dV + \int_{S^e} N_i u \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial n} \\ \frac{\partial v}{\partial n} \\ 0 \end{Bmatrix} dS. \quad (10)$$

В указанных уравнениях поверхностный интеграл берется только по внешним границам, для которых заданы $\frac{\partial u}{\partial n}$ или $\frac{\partial v}{\partial n}$. Если на границе заданы величины скоростей u и v , то в граничных точках уравнения не составляются.

Описанная выше методика применима для случаев, когда рассматривается ламинарное течение цементного раствора. При рассмотрении турбулентного течения необходимо дополнительно вводить понятие турбулентной вязкости и учесть ее в результирующих выражениях. Для вычисления турбулентной вязкости существует несколько моделей, основные из которых приведены, например, в [5].

Литература

1. Логвиенко, С. В. Цементирование нефтяных и газовых скважин / С. В. Логвиенко. – М. : Недра, 1986. – 280 с.
2. Басниев, К. С. Нефтегазовая гидромеханика : учеб. пособие для вузов / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Г. Д. Розенберг. – М.–Ижевск : Ин-т компьютерных исслед., 2005. – 544 с.
3. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 541 с.

4. Пейре, Р. Вычислительные методы в задачах механики жидкости / Р. Пейре, Т. Д. Тейлор. – Л. : Гидрометеоздат, 1986. – 352 с.
5. Филатов, Е. Ю. Математическое моделирование течений жидкостей и газов : учеб. пособие / Е. Ю. Филатов, Ф. Н. Ясинский. – Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Ивановск. гос. энергет. ун-т им. В. И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ РАЗМЕРНОСТЕЙ

А. О. Емельянчиков

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

Научный руководитель А. А. Бабич

Итак, размерности основных величин образуют «базис» размерностей. Раз так, то можно использовать методы линейной алгебры для связи разложений по различным базисам с целью поиска размерностей. Пусть A – некоторая физическая величина в базисе основных размерностей:

$$A = (A)[A], \quad (1)$$

где $[A] = M^a L^b T^c A^d K^e K D^f$ моль^g; (2)

(A) – абсолютное значение; $[A]$ – размерность.

Предположим, что A зависит только от трех величин – массы, длины и времени:

$$[A] = M^a L^b T^c. \quad (3)$$

В физике высоких энергий физические величины зависят от фундаментальных констант – c (скорость света) и \hbar (постоянная Планка). При этом в качестве базиса физических величин естественно выбрать базис, в котором за основу возьмем c , \hbar и некоторую третью величину.

Выпишем размерности c и \hbar :

$$[c] = LT^{-1}; \quad (4)$$

$$[\hbar] = ML^2T^{-1}. \quad (5)$$

Далее представим произвольную физическую величину A в виде:

$$A = \hbar^\alpha c^\beta \Theta^\gamma, \quad (6)$$

где Θ (омикрон) – некоторая третья физическая величина.

Размерность величины Θ имеет вид:

$$\Theta = M^x L^y T^z. \quad (7)$$

Приравняем размерности величины A (формулы (3) и (6)):

$$[A] = M^a L^b T^c = \hbar^\alpha c^\beta \Theta^\gamma.$$

Подставив формулы (4), (5), (7) в формулу (6), получим соотношение:

$$\begin{aligned}
M^a L^b T^c &= [M L^2 T^{-1}]^\alpha [L T^{-1}]^\beta [M^x L^y T^z]^\gamma = \\
&= M^{\alpha+x\gamma} L^{2\alpha+\beta-y\gamma} T^{-\alpha-\beta+z\gamma}; \\
M^a L^b T^c &= M^{\alpha+x\gamma} L^{2\alpha+\beta-y\gamma} T^{-\alpha-\beta+z\gamma}.
\end{aligned} \tag{8}$$

Сравнивая показатели степеней левой и правой частей, получаем систему:

$$\begin{cases} a = \alpha + x\gamma; \\ b = 2\alpha + \beta + y\gamma; \\ c = -\alpha - \beta + z\gamma. \end{cases} \tag{9}$$

Решаем систему относительно параметров α , β , γ :

$$\alpha = \frac{-(y+z)a + xb + xc}{x-y-z}; \tag{10}$$

$$\beta = \frac{(y+2z)a - (x+z)b + (y-2x)c}{x-y-z}; \tag{11}$$

$$\gamma = \frac{c+b-a}{x-y-z}. \tag{12}$$

В принципе нас интересуют целые числа решений.

Уравнения, которые решаются на множестве целых чисел Z , называются диофантовыми уравнениями. Можно предложить для решения линейных диофантовых уравнений следующий метод. Пусть известно некоторое частное решение (x_0, y_0, z_0) .

Тогда общее решение может быть записано в виде:

$$ax + by + cz = d; \tag{13}$$

$$x = x_0 + bt_1 + ct_2; \tag{14}$$

$$y = y_0 - at_1 - ct_2; \tag{15}$$

$$z = z_0 - at_2 + bt_2. \tag{16}$$

Проверим это:

$$a(x_0 + bt_1 + ct_2) + b(y_0 - at_1 - ct_2) + c(z_0 - at_2 + bt_2) = d;$$

$$ax_0 + abt_1 + act_2 + by_0 - abt_1 - bct_2 + cz_0 - act_2 + bct_2 = d,$$

так как выполняется равенство

$$ax_0 + by_0 + cz_0 = d.$$

В системе единиц $(c) = (\hbar) = 1$ в зависимости от выбора наблюдаемой Θ мы можем измерять физическую величину A в единицах этой наблюдаемой Θ . В основе Θ выбираем массу M , либо длину L , либо время T и энергию E . Тогда величина A выразится в единицах Θ , т. е. либо в кг, либо метрах, секундах, либо в единицах энергии.

$$A = \hbar^\alpha c^\beta \Theta^\gamma;$$

$$A = \Theta^\gamma; \tag{17}$$

| | | | | M(г) | | | L(м) | | |
|--------------------|---|---|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| | a | b | c | α | β | γ | α | β | γ |
| M(масса) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| L(длина) | 0 | 1 | 0 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| T(время) | 0 | 0 | 1 | 1 | -2 | -1 | 0 | -1 | 1 |
| P(импульс) | 1 | 1 | -1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 |
| E(энергия) | 1 | 2 | -2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | -1 |
| I(момент импульса) | 1 | 2 | -1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| σ (сечение) | 0 | 2 | 0 | 2 | -2 | -2 | 0 | 0 | 2 |
| | | | | T(с) | | | E(эВ) | | |
| | a | b | c | α | β | γ | α | β | γ |
| M(масса) | 1 | 0 | 0 | 1 | -2 | -1 | 0 | -2 | 1 |
| L(длина) | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | -1 |
| T(время) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | -1 |
| P(импульс) | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 0 | -1 | 1 |
| E(энергия) | 1 | 2 | -2 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| I(момент импульса) | 1 | 2 | -1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| σ (сечение) | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | -2 |

В физике высокая энергия измеряется в электронвольтах эВ (кэВ, ГэВ, МэВ, ТэВ).

Электронвольт – внесистемная единица энергии, используемая в атомной и ядерной физике, в физике элементарных частиц и в родственных областях науки (биофизике, физхимии, астрофизике и т. п.).

Основные сведения

Один электронвольт равен энергии, которая необходима для переноса электрона в электростатическом поле между точками с разницей потенциалов в 1 В.

В физике элементарных частиц в электронвольтах (и производных единицах) обычно выражается не только энергия, но и масса элементарных частиц, (как мы увидим ниже) исходя из эквивалентности массы и энергии $E = mc^2$ (или $m = E/c^2$), где c – скорость света. Импульс элементарной частицы также может быть выражен в электронвольтах (строго говоря, в эВ/с).

Температура, которая является мерой средней кинетической энергии частиц, тоже иногда выражается в электронвольтах.

В химии часто используется молярный эквивалент электронвольта. Если один моль электронов перенесен между точками с разностью потенциалов 1 В, он приобретает (или теряет) энергию, равную произведению 1 эВ на число Авогадро.

Выберем в качестве основных размерных единиц энергию, т. е. $\Theta = E$. Тогда из таблицы следует:

$$[L] = \Theta B^{-1}$$

$$[M] = \Theta B^1$$

$$[T] = \Theta B^{-1}$$

$$[P] = \Theta B^1$$

$$[E] = \Theta B^1$$

$$[I] = \Theta B^0$$

$$[\sigma] = \Theta B^{-2},$$

что масса имеет размерность энергии, длина и время – размерность энергии как степень «-1» и т. д.

Опять же из таблицы получим «переводные формулы»:

$$M = \hbar^0 c^{-2} \Theta^1$$

$$L = \hbar^1 c^2 \Theta^{-1}$$

$$T = \hbar^1 c^0 \Theta^{-1}$$

$$P = \hbar^0 c^{-1} \Theta^1$$

$$E = \hbar^0 c^0 \Theta^1$$

$$I = \hbar^1 c^0 \Theta^0$$

$$\sigma = \hbar^2 c^2 \Theta^{-2}.$$

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. А. Яськова

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

Научный руководитель Н. В. Водополова

На основании данных открытой печати за период с 1975 по 2010 г. включительно, можно сказать:

1. Численность населения Республики Беларусь возростала до 1993 г. Затем этот показатель постепенно снижался. В 2010 г. численность населения приблизилась к уровню 1975 г. Значительное снижение исследуемого показателя произошло в 2000 г.

По сравнению с 2009 г. численность населения в 2010 г. сократилась на 0,2 %, при этом уровень показателя 2010 г. выше, чем в 1975 г., на 1,46 %.

Развитие явления нестабильно (52,8 % значений попадает в доверительный интервал).

2. Основным фактором, влияющим на ситуацию, остается превышение числа умерших над числом родившихся (естественная убыль населения составляет 29,1 тыс. человек). Однако в последние годы наметилась тенденция сокращения смертности и увеличения рождаемости.

3. Динамика численности населения Республики Беларусь не требует экстренного вмешательства, так как несмотря на скачкообразность развития (S-диаграмма статистического метода управления), за анализируемый период не было ни одного выхода за линии как верхнего, так и нижнего контрольных пределов. Все значения располагаются в районе центральной линии (среднего значения отклонения численности населения Республики Беларусь).

4. Стабильное развитие численности населения наблюдается только в Минской области. Неустойчивое развитие этого показателя выявлено в Могилевской области.

Численность населения в Брестской и Минской областях увеличилась в 2010 г. на 4,97 % и 13,21 %, соответственно, по сравнению с 1975 г. В остальных областях: Витебской, Гомельской, Гродненской и Могилевской – наблюдалось снижение численности населения на 9,65 %, 8,08 %, 1,91 % и 10,77 %, соответственно.

Неравномерность (скачкообразность) в развитии численности населения наблюдается в Витебской и Могилевской областях.

Резкое увеличение численности населения наблюдалось в 1980 г. в Минской области (16,73 %) и в 2000 г. в Брестской области (3,20 %), на фоне уменьшения в других областях: в 1980 г. в Витебской (3,63 %), Гомельской (1,26 %), Гродненской (1,03 %), Могилевской (3 %) и в 2000 г. в Витебской (5,07 %), Гомельской (9,23 %), Минской (3,65 %), Могилевской (7,58 %).

5. Резкое повышение численности населения в Брестской области и относительная стабильность в Минской области при незначительном уменьшении численности населения в целом по стране свидетельствует о миграции населения внутри страны за счет Гомельской, Витебской и Могилевской областей.

С 1975 г. численность страны увеличивалась вплоть до 1993 г., после чего начала постепенно снижаться. Резкий спад показателя произошел в 1980 и в 2000 г.

Динамика численности населения представлена на рис. 1.

Прогнозирование на ближайшее 5 лет показало, что численность населения будет снижаться как по стране в целом, так и по каждой из областей в частности (таблица).

Прогнозирование численности населения Республики Беларусь

| Год | РБ | Брест. обл. | Витеб. обл. | Гомел. обл. (о) | Гомел. обл. (п) | Грод. обл. | Минск. обл. | Могил. обл. |
|------|---------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------------|
| 2011 | 9504,15 | 1381,37 | 1245,62 | 1404,14 | 1425,57 | 1078,81 | 1421,57 | 1098,44 |
| 2012 | 9158,92 | 1368,43 | 1166,61 | 1409,56 | 1316,35 | 1002,13 | 1379,05 | 988,65 |
| 2013 | 9062,11 | 1356,14 | 1144,39 | 1432,98 | 1282,09 | 978,38 | 1373,22 | 955,88 |
| 2014 | 8961,42 | 1343,02 | 1121,22 | 1467,76 | 1246,06 | 952,73 | 1369,94 | 920,93 |
| 2015 | 8856,93 | 1329,06 | 1097,10 | 1515,39 | 1208,23 | 925,12 | 1369,55 | 883,74 |

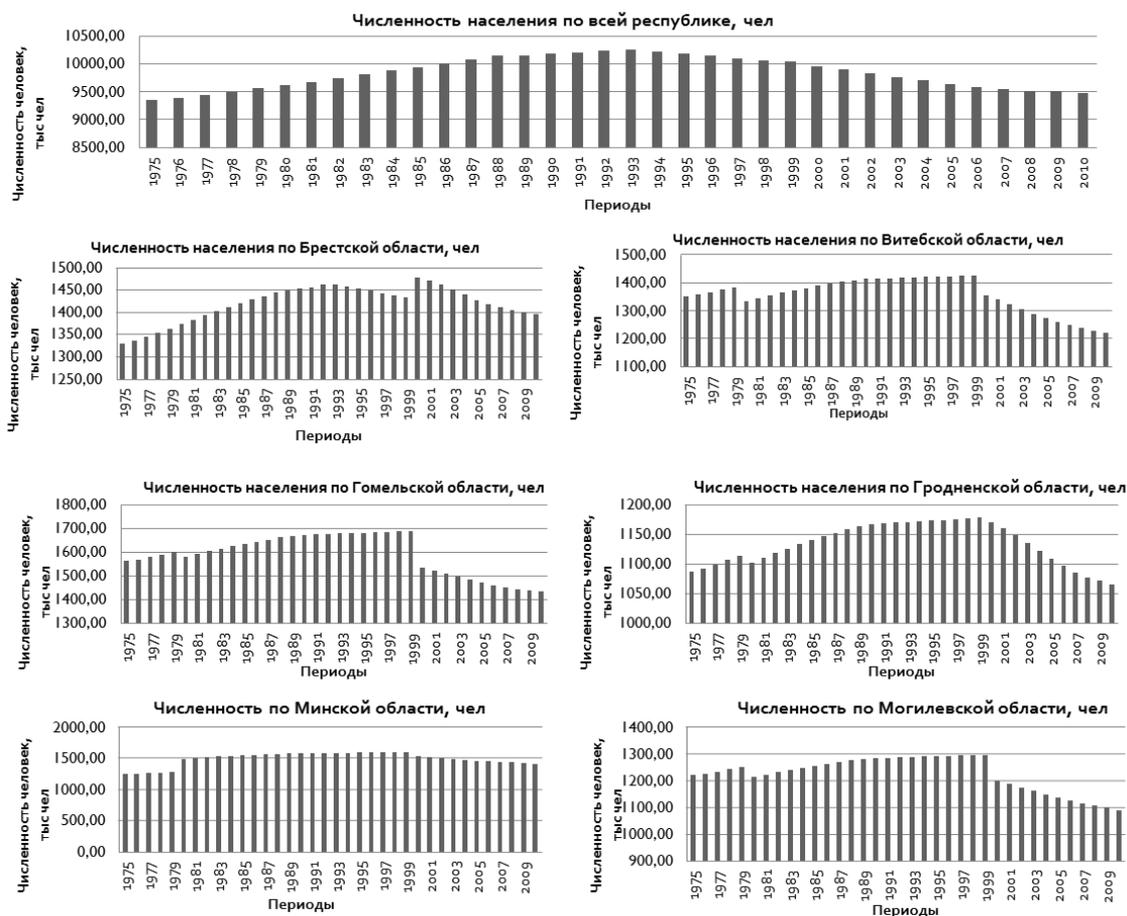


Рис. 1. Динамика численности населения Республики Беларусь

Для Гомельской области было составлено 2 прогноза – это оптимистический и пессимистический: в связи с тем что пересчет базовой линии прогноза с помощью двух функциональных зависимостей дает минимальную погрешность.

Полином 3-й степени дает «пессимистический прогноз», а полином 41 степени – «оптимистический», так как в первом случае в прогнозируемой области идет снижение исследуемого показателя, в отличие от второго случая.

При долгосрочном прогнозе были использованы следующие функциональные зависимости:

- полином 3 степени для Брестской, Гомельской («пессимистический прогноз»), Гродненской и Могилевской областей;
- полином 2 степени – Витебская область;
- полином 4 степени – Гомельская область («оптимистический прогноз»);
- полином 5 степени – Минская область.

При краткосрочном прогнозе были использованы 2 метода:

- метод скользящего среднего для Витебской, Гомельской (для 2-х прогнозов), Гродненской, Минской и Могилевской областей;
- метод экспоненциального сглаживания для Брестской области.

К 2015 г. численность населения республики сократится на 6,58 %, Брестской области – 4,71 %, Витебской области – 10,21 %, Гомельской области – 15,8 % (при «оптимистическом прогнозе» численность населения Гомельской области уве-

личится на 5,6 %), Гродненской области – 13,21 %, Минской области – 2,93 % и Могилевской области – 18,8 %.

Таким образом, наибольшее снижение численности населения произойдет в Могилевской области, а наименьшее – в Минской области.

Для выполнения данной работы был разработан проект в среде MS Excel. Главная страница проекта представлена на рис. 2.

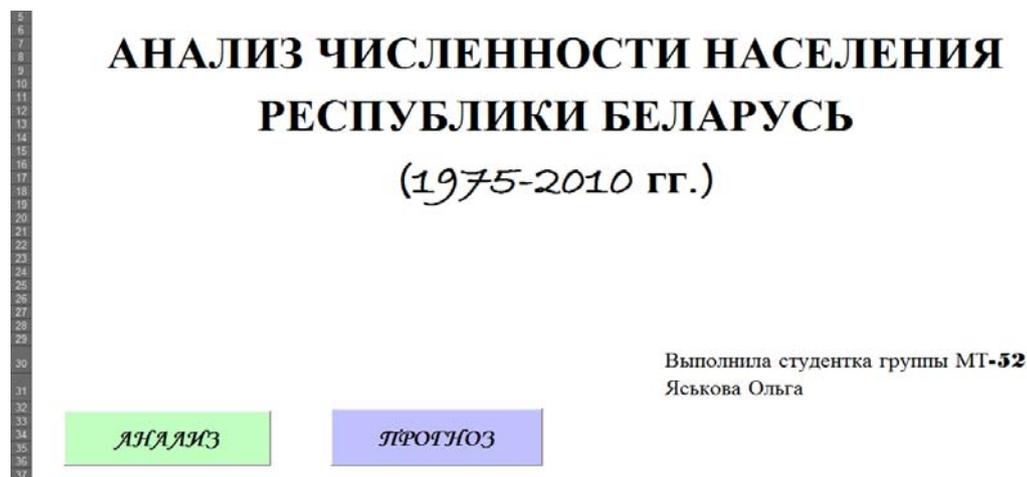


Рис. 2. Главная страница проекта

Для навигации использован список элементов и кнопки для перемещения по проекту, в качестве примера представлен рис. 3.

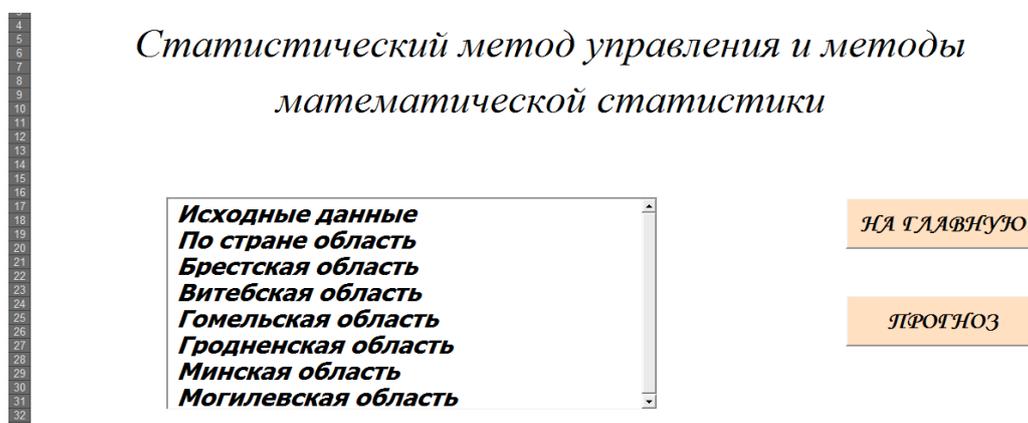


Рис. 3. Пример навигации по проекту

Л и т е р а т у р а

1. Итоги всесоюзной переписи населения 1989 года. Том I–VI.
2. Население СССР, 1987.
3. Население СССР, 1988 : Статистический ежегодник / Госкомстат СССР. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 704 с.
4. Население СССР. Справочник. – М., Политиздат, 1974.
5. Режим доступа: belstat.gov.by/.

Секция X ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ТОКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИЕМНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С НЕИЗВЕСТНЫМИ ЭКВИВАЛЕНТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В ЦЕПИ С ТРАНСФОРМАТОРОМ

А. Н. Косько, Д. И. Протосовицкий

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

Научный руководитель Н. Е. Шевчик

Как правило, в паспорте сельскохозяйственного электрооборудования указываются такие данные как косинус угла сдвига фаз ($\cos \varphi$), номинальные мощность, ток, напряжение и проч. Для производственных нужд данных параметров достаточно, но для более глубокого исследования процессов, происходящих в цепи с данным оборудованием, необходимы дополнительные характеристики. Например, для построения схемы замещения данного приемника электроэнергии необходимо знать его эквивалентные параметры. Эквивалентными параметрами сельскохозяйственного приемника электроэнергии будем называть условные сопротивление и индуктивность, которые являются математическими абстракциями. Фактически они обусловлены реальным сопротивлением приемника и его индуктивностью, но представлены на схеме замещения как совокупные сопротивление и индуктивность (рис. 1).

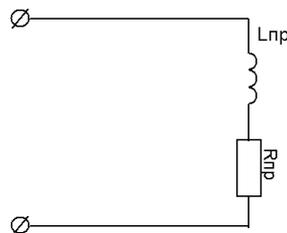


Рис. 1. Схема замещения сельскохозяйственного приемника электроэнергии

В данной схеме $R_{пр}$, $L_{пр}$ – эквивалентное сопротивление и индуктивность приемника соответственно. Математически можно записать

$$Z = \sqrt{R_{пр}^2 + (\omega L_{пр})^2}, \quad (1)$$

где Z – полное сопротивление приемника, ω – угловая частота тока (напряжение).

Задача состоит в отыскании эквивалентных параметров. Включив в схему на рис. 1 вольтметр и амперметр и подав на зажимы заданное напряжение, приборы покажут определенные значения напряжения U и тока I . Учитывая формулу

$$\cos \varphi = \frac{R_{пр}}{\sqrt{R_{пр}^2 + (\omega L_{пр})^2}} \quad (2)$$

и (1), можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \cos \varphi = \frac{R_{np}}{\sqrt{R_{np}^2 + (\omega L_{np})^2}}; \\ Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R_{np}^2 + (\omega L_{np})^2}. \end{cases}$$

Решив данную систему уравнений относительно эквивалентных параметров, получим

$$R_{np}(\cos \varphi) = \frac{U}{I} \cos \varphi; \quad L_{np}(\cos \varphi) = \frac{U}{\omega I} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}. \quad (3)$$

Графики данных зависимостей представлены на рис. 2; при условии, что $\frac{U}{I} = 100 \text{ Ом}$, $\omega = 314 \text{ рад/с}$.

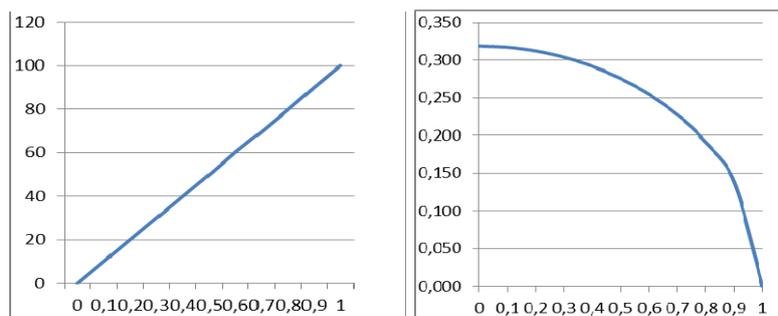


Рис. 2. Графики зависимостей функций (3) соответственно

Составим схему замещения, состоящую из вторичной обмотки трансформатора, конденсаторной батареи и сельскохозяйственного потребителя электроэнергии, для определения переходного тока через приемник в момент его включения (рис. 3).

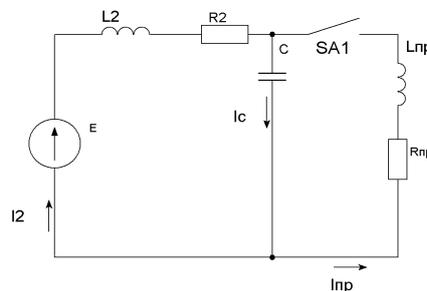


Рис. 3. Расчетная схема

В схеме: E – ЭДС вторичной обмотки трансформатора, L2, R2 – параметры вторичной обмотки трансформатора, C – конденсаторная батарея для компенсации реактивной мощности. Для определения искомого тока применим операторный метод расчета. Изобразим операторную схему цепи после коммутации (рис. 4).

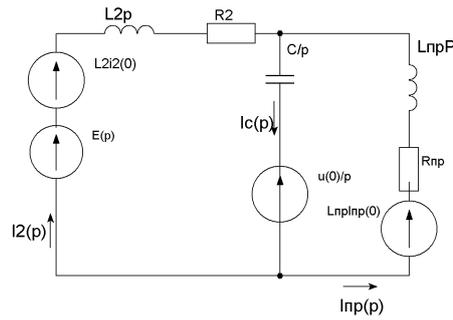


Рис. 4. Операторная схема цепи после коммутации

Согласно методу контурных токов справедлива система уравнений (для двух малых контуров при обходе против часовой стрелки):

$$\begin{cases} I_{11}(p)(R_2 + L_2p + \frac{1}{pC}) - I_{22}(p)\frac{1}{pC} = E(p) + L_2i_2(0) - \frac{u_c(0)}{p}; \\ I_{22}(p)(R_{np} + L_{np}p + \frac{1}{pC}) - I_{11}(p)\frac{1}{pC} = L_{np}i_{np}(0) + \frac{u_c(0)}{p}. \end{cases} \quad (4)$$

В данной системе $i_2(0)$, $i_{np}(0)$, $u_c(0)$ – действующие значения токов и напряжения (рассчитываются в цепи до коммутации), $E(p) = L\{E_m \sin \omega t\} = \frac{E_m}{p - j\omega}$.

Искомый ток равен

$$I_{np}(p) = -I_{22}(p) = \frac{\Delta_2}{\Delta};$$

где $\Delta = \begin{vmatrix} (R_2 + L_2p + \frac{1}{pC}) & (-\frac{1}{pC}) \\ (-\frac{1}{pC}) & (R_{np} + L_{np}p + \frac{1}{pC}) \end{vmatrix}$; $\Delta_2 = \begin{vmatrix} (R_2 + L_2p + \frac{1}{pC})(E(p) + L_2i_2(0) - \frac{u_c(0)}{p}) \\ (-\frac{1}{pC}) & L_{np}i_{np}(0) + \frac{u_c(0)}{p} \end{vmatrix}$.

Далее, раскрывая определители и приводя подобные члены, приходим к выражению вида

$$I_{np}(p) = \frac{F_1(p)}{F_2(p)}.$$

Решая уравнение $F_2(p) = 0$, найдем его корни p_i , ($i = 1, n$). Количество корней уравнения будет совпадать с показателем степени параметра p . Далее продифференцируем $F_2(p)$ по dp и рассчитаем значения $\frac{dF_2(p_i)}{dp}$, а также значения $F_1(p_i)$. Согласно проделанным расчетам, искомый ток $i_{np}(t)$ будет равен

$$i_{np}(t) = \text{Im} \left[\frac{F_1(p_i)}{F_2'(p_i)} e^{p_i t} \right].$$

Следовательно, в результате работы был получен общий метод расчета цепей вида рис. 3, которые достаточно часто встречаются в АПК.

Проанализировав результаты работы можно сделать следующие выводы:

- поставленная задача выполнена в полном объеме;
- решение в общем виде доступно лишь для частных случаев;
- расчеты в общем виде получаются громоздкими, и исследовать цепь в зависимости от всех параметров сразу не представляется возможным. Одним из наиболее оптимальных вариантов продолжения исследования может быть вариант, когда известны конкретные числовые параметры приемника. Исследовать лучше конкретную цепь (например, при проектировке) на случай возможных перенапряжений в момент коммутации;
- решение поставленной задачи значительно упрощается при применении ЭВМ, что является дальнейшим этапом развития данной работы.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЛИННОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

П. Н. Тукайло

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

Научный руководитель Н. А. Равинский

Длинное волокно – наиболее ценная составляющая льняной тресты. На сегодняшний день линии первичной переработки льносырья льнозаводов нашей республики не обеспечивают достаточный уровень выхода длинного волокна, а также его качества из общей массы переработанной тресты.

Увеличения выхода длинного волокна и его качества можно достичь, произведя модернизацию технологических линий по переработке льносырья. Причем закупать новые зарубежные линии большинству предприятий не под силу, поэтому гораздо выгоднее произвести модернизацию существующего оборудования, адаптировав существующие машины технологических линий к обработке поставляемого на сегодняшний день льносырья на заводы.

В первую очередь следует обратить внимание на заключительное звено в линии получения длинного волокна – на мяльно-трепальный агрегат. По данным [1] именно здесь при обработке сырца в отходы попадает более 50 % волокна, содержащегося в тресте.

Известно, что значительное влияние на выход длинного волокна и его качество при обработке льносырья на мяльно-трепальном агрегате оказывает влажность обрабатываемого сырья [2].

В зависимости от значения влажности сырья для достижения максимальных показателей выхода длинного волокна необходимо изменять количество воздействий K , полученных льнотрестой при ее прохождении через трепальные секции мяльно-трепального агрегата.

Количество воздействий K можно определить из формулы

$$K = i_1 \cdot i_2 \cdot n_6 \cdot L_6 / V_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где i_1 – число трепальных барабанов, одновременно участвующих в процессе трепания; i_2 – число бил на барабане; n_6 – частота вращения барабанов, об/мин; L_6 – длина

барабанов рассматриваемой секции, м; $V_{\text{тр}}$ – скорость движения зажимного транспортера, м/мин.

Анализируя формулу (1), видно, что оперативно изменять количество воздействий K возможно только изменяя частоту вращения трепальных барабанов n_6 и скорость движения зажимного транспортера $V_{\text{тр}}$.

На сегодняшний день электропривод трепальных барабанов и зажимного транспортера мяльно-трепального агрегата на большинстве заводов нашей республики нерегулируемый, т. е. значения n_6 и $V_{\text{тр}}$ остаются постоянными в течение длительного промежутка времени. А поскольку параметры льнотресты (степень ее вылежки, влажность) варьируются по всей длине рулона [1], можно утверждать, что значительная часть такой тресты будет обработана при неоптимальных условиях и в короткое волокно уйдет большой процент длинного.

Заменяв нерегулируемый электропривод трепальных барабанов и зажимного транспортера регулируемым, а также установив средства контроля основных параметров тресты в потоке, возможно постоянно изменять значения n_6 и $V_{\text{тр}}$ на оптимальные для текущего участка обрабатываемого сырца. При этом регулируемый электропривод можно считать взаимосвязанным, поскольку для поддержания оптимальных значений выхода длинного волокна необходимо изменять как частоту вращения трепальных барабанов, так и скорость зажимного транспортера.

Однако, для установления оптимальных значений параметров регулируемого электропривода мяльно-трепального агрегата необходимо устройство измерения влажности льнотресты в потоке, причем это устройство должно определять влажность исследуемого материала с высокой точностью.

Существует множество способов определения влажности. Их принято делить на прямые и косвенные. В прямых методах производится непосредственное разделение материала на сухое вещество и влагу. В косвенных методах измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала.

Поскольку требуется непрерывное измерение влажности тресты в потоке без механических и других изменений исследуемого материала, в технологическом процессе применимы косвенные методы измерения влажности волокнистых материалов.

Существующая инфракрасная технология измерения влажности основана на поглощении определенных цветовых спектров водой. Эта технология обладает многими достоинствами. Однако, поскольку инфракрасные влагомеры работают на отраженном свете, они измеряют только влажность поверхности материала (которая и отражает свет) [3]. При этом влажность в толще слоя материала остается абсолютно неопределенной. Поэтому, целесообразно использование микроволновой технологии измерения влажности, основанной на измерении диэлектрической проницаемости воды, которая отличается своей аномально большой величиной. По данному параметру можно судить о количестве воды в смеси с другими веществами. К такой технологии, в частности, относится СВЧ-влагометрия, позволяющая с достаточной точностью измерять влажность по всей толщине слоя.

Ослабление частоты N при прохождении СВЧ-колебаний через исследуемый материал, которое находится в прямой зависимости от влажности материала, может быть выражено формулой

$$N = K\rho Wd, \quad (2)$$

где K – коэффициент пропорциональности, характерный для каждого конкретного материала; ρ – плотность исследуемого материала; W – весовая влажность; d – толщина слоя материала.

Датчик толщины слоя материала позволяет скорректировать результаты измерения влажности по плотности материала.

На основании вышеизложенного предлагается устройство для получения длинного льняного волокна, которое позволит повысить точность измерения влажности льносырья, что, в свою очередь, позволит повысить процент выхода длинного волокна и его номер при обработке общей массы льносырья и на мяльно-трепальном агрегате.

На рис. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства для получения длинного льняного волокна.

Представленная схема содержит электродвигатель 1 трепального барабана, управляемый частотным преобразователем 2, электродвигатель 3 зажимного транспортера, управляемый частотным преобразователем 4, блок управления, который состоит из микропроцессора 6, работа которого синхронизируется таймером 8, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 5, на вход которого поступают сигналы от частотных преобразователей 2 и 4, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 7, на вход которого поступают сигналы от микропроцессора 6, сверхвысокочастотного влагомера 9 и датчика толщины слоя 10. Сигналы управления частотными преобразователями 2 и 4 формируются на выходе ЦАП 7, а микропроцессор 6 обрабатывает сигналы, полученные с блока АЦП 5, сверхвысокочастотного влагомера 9 и датчика толщины слоя 10.

Устройство работает следующим образом. Значения влажности льносырья, полученные СВЧ-влагомером 9, а также данные о толщине льняного слоя, полученные датчиком 10 толщины слоя поступают на микропроцессор 6, на который также через блок АЦП 5 поступают сигналы от частотных преобразователей трепальных барабанов 2 и зажимного транспортера 4, управляющие соответствующими электродвигателями 1 и 3. Микропроцессор 6 обрабатывает полученные сигналы и в соответствии с полученной влажностью формирует управляющие сигналы, поступающие на блок ЦАП 7, откуда эти сигналы поступают непосредственно на преобразователи частоты 2 и 4, которые, в свою очередь, регулируют частоты вращения электродвигателя 1 трепального барабана и электродвигателя 3 зажимного транспортера соответственно.

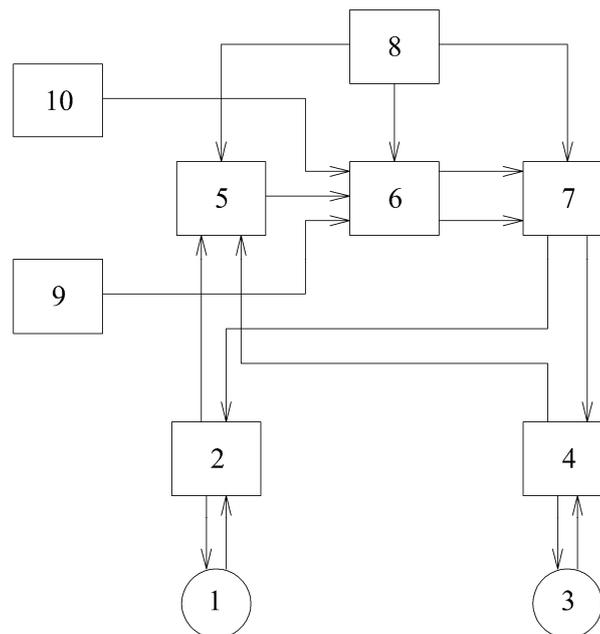


Рис. 1. Структурная схема устройства для получения длинного льняного волокна

Таким образом, предлагаемое устройство для получения длинного льняного волокна позволяет увеличить выход длинного льноволокна и его номер за счет оптимального режима обработки льносырья трепальными барабанами в результате высокой точности измерения влажности СВЧ-влажномером по всей толщине слоя материала.

Литература

1. Пашин, Е. Л. Формирование выхода длинного волокна при обработке стеблей на мяльно-трепальном агрегате / Е. Л. Пашин // Технология текстильной промышленности. – 1999. – № 3. – С. 24–27.
2. Голуб, А. И. Льноводство Беларуси / А. И. Голуб, А. З. Чернушок. – Борисов : Борисов. укрупн. типография, 2009. – 243 с.
3. Инфракрасная технология непрерывного бесконтактного измерения влажности сыпучих материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.konvels.ru/index.php?mode=3&id=15>. – Дата доступа: 27.02.2012.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА ПРОИЗВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т. Н. Савкова, Е. В. Соболев, Д. О. Широкова

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

Научный руководитель Т. В. Алферова

Современные проблемы энергоэффективного освещения многогранны и имеют широкий спектр. Их решением занимается большое число фирм и организаций, работающих в области светотехники. И это действительно актуально, поскольку дефицит энергии становится проблемой все большего числа потребителей.

Однако порой экономический интерес затмевает отрицательные факторы воздействия энергосберегающих источников света на здоровье человека. Безопасность жизнедеятельности и условий труда в значительной степени зависят не только от освещенности рабочих мест и помещений, но и от качества света. Как известно, самыми вредными являются люминесцентные энергосберегающие лампы. У этих ламп низкая частота мерцаний, а спектр излучения содержит ультрафиолетовую компоненту и т. д. Не всегда приемлемо и использование светодиодных источников для освещения жилых и других помещений. Так, по существующим санитарным правилам и нормам, применение светодиодных светильников запрещено в школах, детских дошкольных учреждениях и др.

Целью данной работы является анализ световых и электрических характеристик светодиодного потолочного светильника производства Республики Беларусь, и рекомендации по его применению в различных помещениях.

Нами были проведены измерения распределения освещенности методом пошаговой фиксации уровня освещенности на освещаемой площадке в соответствии с рекомендациями [1]. Измерения проводились с использованием комбинированного прибора «ТКА-ПКМ», что позволило определять не только освещенность поверхности, но и пульсации источника света.

В исследуемом осветителе используется блок питания LDPS-35-960 с входным напряжением 220 В переменного тока, мощностью 35 Вт с выходными параметрами $U = 15\text{--}36$ В, $I = 960$ мА.

Производитель использовал в качестве источника света две негибкие светодиодные полосы модели ФПИД с неравномерно установленными 18 светодиодами. Причем, крайние светодиоды размещались вплотную к блоку питания, а с другой стороны крайние светодиоды прикрывались торцевой стенкой светильника.

Распределение освещенности определялось для расстояний $h = 1; 2$ и 3 м. На основании проведенных измерений были построены графики распределения освещенности в полуплоскостях $C = 0; 180$ и $C = 90; 270$ и диаграммы освещенности поверхности, а также изолюксы освещаемых площадок (рис. 1).

Как видно, освещенность поверхности достигает максимального значения непосредственно под светильником и убывает к краям. Распределение освещенности на расстоянии в 1 м характеризуется одним пиком, чего нельзя сказать о ее распределении на расстоянии 2 и 3 м. На рис. 1, в явно выделяются два пика освещенности поверхности и неравномерность от $28,9$ до $63,3$ лк. Из диаграммы освещенности следует, что в случае применения данного светильника для общего освещения, освещенность на рабочей поверхности в помещениях с высотой 3 м составит около $90–130$ лк (например, светильник ARS 4×18 «Световые технологии» обеспечивает освещенность 382 лк).

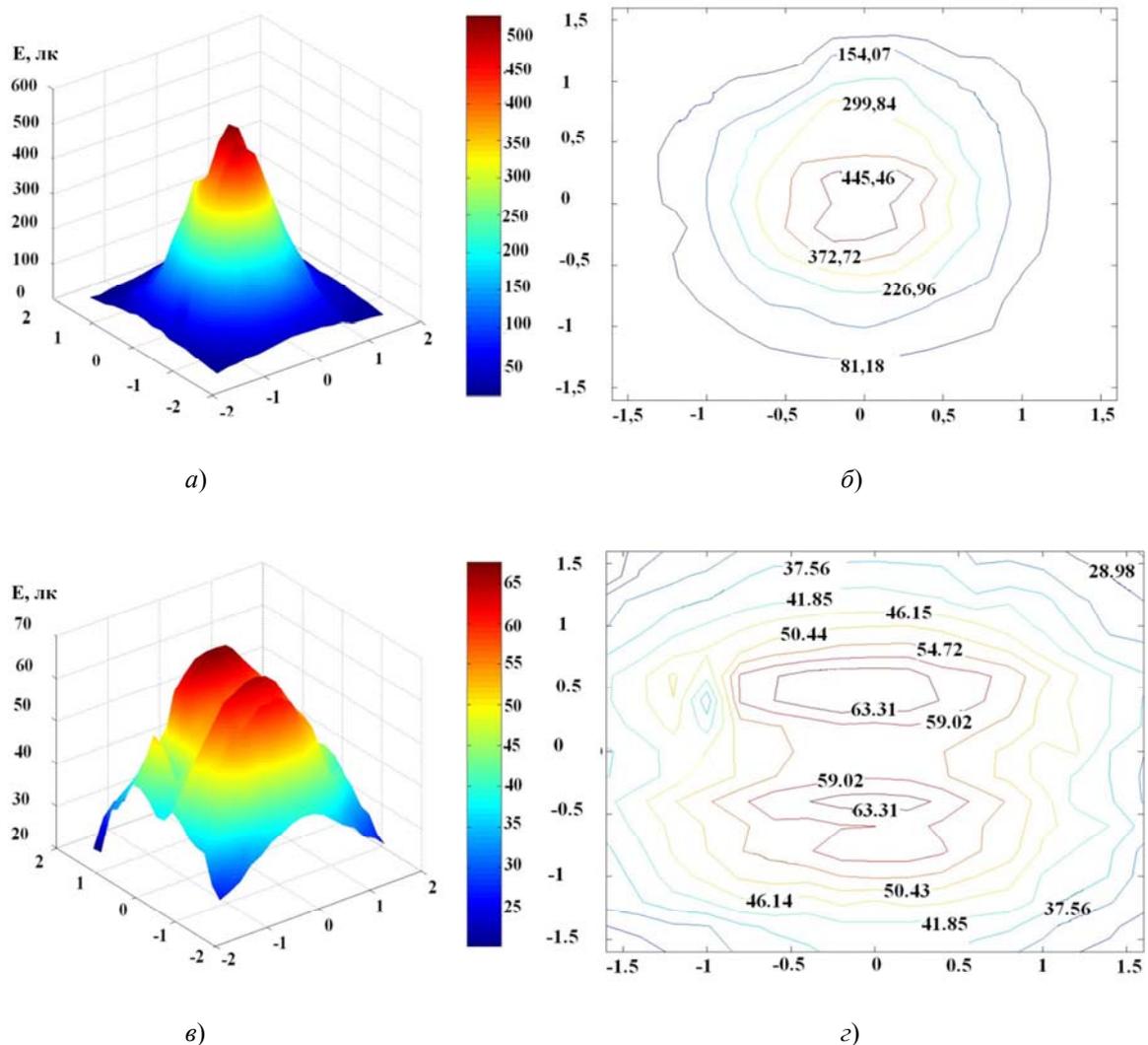


Рис. 1. Объемная диаграмма освещенности: $a - h = 1$ м; $в - h = 3$ м; изолюксы: $б - h = 1$ м; $г - h = 3$ м

Расчет КСС (кривой силы света) проводился в системе фотометрирования C, γ [1], [2]. КСС светильника рассчитывалась в двух азимутальных плоскостях (C = 0; 180 град.).

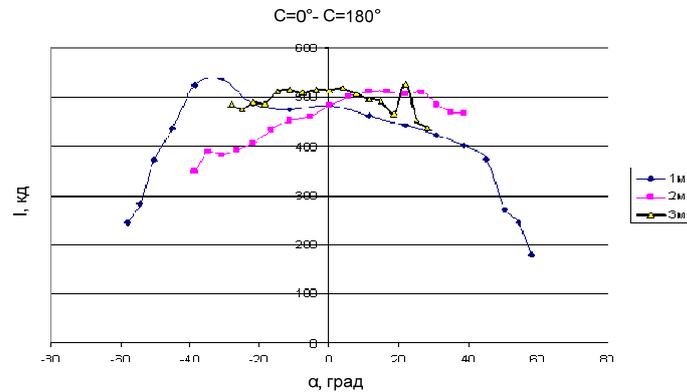


Рис. 2. Диаграммы углового распределения силы света светильника

Сила света в заданном направлении определялась по закону обратных квадратов [3]:

$$I = ER^2,$$

где I – сила света; E – освещенность фоточувствительной поверхности головки; R – расстояние от центра фоточувствительной поверхности головки до светового центра светильника.

Результаты расчета диаграммы углового распределения силы света светильника приведены на рис. 2.

Полученную КСС сложно стандартизировать, но при незначительной аппроксимации данный светильник может характеризоваться с КСС типа Г (глубокая) [1], [2].

Измерения вольт-амперной характеристики светильника (рис. 3) показали, что напряжение зажигания составляет порядка 55 В. Причем, потребляемый ток постепенно возрастает с увеличением подаваемого напряжения до 250 мА, а затем снижается до 145 мА.

Нами также проводились измерения зависимости осевой освещенности (осевой силы света) от напряжения питания светильника. Как видно, (рис. 3, а) сила света светильника достигает максимального значения и незначительно изменяется при напряжении питания от 125 до 250 В.

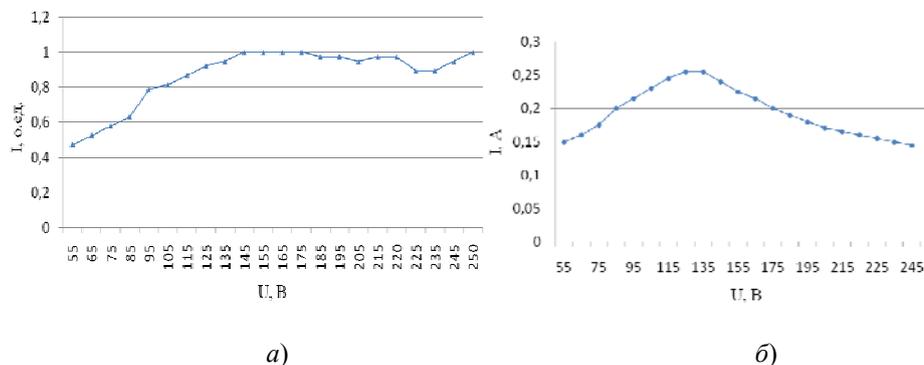


Рис. 3. а – зависимость осевой силы света от напряжения питания светильника; б – вольт-амперная характеристика светильника

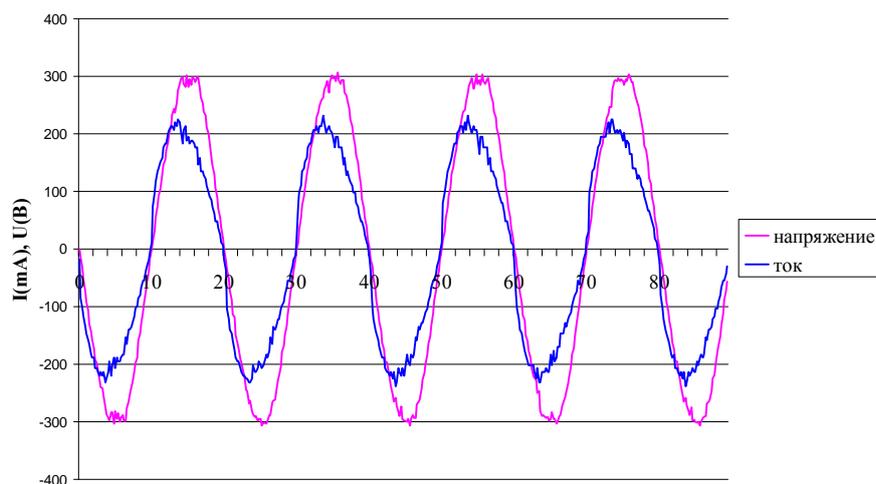


Рис. 4. Осциллограммы напряжения и тока для схемы питания светильника (ras00836.dat)

На осциллограммах видно незначительное искажение формы кривой тока и напряжения питающей цепи исследуемого светильника, что в незначительной степени влияет на качество электроэнергии за счет потребления несинусоидального тока (рис. 4).

Анализ результатов измерений показывает, что нерационально использовать данный светодиодный светильник, обладающий такой диаграммой направленности для общего освещения рабочей поверхности в помещениях с высотой 2 и более метров.

Светоотдача данного светильника, его КПД определяется не только блоком питания, но и потерями светового потока на светорассеивателе и корпусных деталях. Поэтому необходима существенная доработка конструкции светильника в целом. Особое внимание следует уделить разработке формы светорассеивателя и непосредственно, светорассеивающих элементов. Чтобы повысить освещенность на периферии необходимо заменить светильник на более мощный, что приведет к увеличению энергопотребления, либо установить несколько таких светодиодных светильников, а это — к увеличению капитальных затрат.

К основным недостаткам данного светильника следует отнести и значительное превышение нормируемого значения пульсации, которое составило 16,2–17,5 %. К примеру, согласно ТКП 45-2.04-153–2009 (02250) для помещений при работе с дисплеями и видеотерминалами предельное значение коэффициента пульсации составляет 5 %.

Светопрозрачный рассеиватель светильника при открытии снимается полностью, что вызывает трудности при техническом обслуживании на высоте. Все элементы крепятся с помощью «саморезов».

Таким образом, исходя из полученных данных использование светильника возможно только в подсобных помещениях, коридорах, складах и т. д., с высотой подвеса не более 3 м.

Литература

1. ГОСТ 17677–82. Светильники. Общие технические условия. — М. — 79 с.
2. CIE, 2007. CIE 127–2007. Measurement of LEDs, 2007.
3. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Знак, 2006. — 972 с.
4. Гутцайт, Э. М. Анализ возможностей освещения удаленных объектов светодиодными модулями / Э. М. Гутцайт // Труды российской светотехнической интернет-конференции «Свет без границ!» / Светотехн. об-во. — 2009. — С. 166–172.

5. Cree [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cree.com/>. – Дата доступа: 20.06.2011.
6. IESNA Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data. IESNA LM-63-95. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1995.
7. ТКП 45-2.04-153–2009 (02250). Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва, 2010. – 108 с.

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИ НАЛИЧИИ В СЕТИ ГАРМОНИК, ОТЛИЧНЫХ ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ

А. А. Алферов

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

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Уровень сложности оборудования на промышленных предприятиях постоянно повышается. Поэтому системы обеспечения качества электроснабжения должны справляться с решением широкого спектра проблем, начиная от провалов, колебаний, выбросов напряжения, высокочастотных шумов, импульсных помех и заканчивая обеспечением электропитания при полном отсутствии напряжения промышленной сети. Одну из таких проблем представляют искажения формы напряжения, вызванные гармоническими составляющими тока, потребляемого нелинейной нагрузкой.

Большая часть оборудования представляет собой нелинейную электрическую нагрузку, создающую искажения в питающей сети. Суммарный эффект этих нагрузок выражается в искажении напряжения, которое воздействует на другое оборудование, получающее электропитание от того же источника. Это может вызывать перегрев и рассинхронизацию в других устройствах, сбои в коммуникациях и сетях передачи данных, повреждение дорогостоящей аппаратуры и другие нежелательные эффекты.

Широко используемые в промышленности и быту компьютерные сети, статические преобразователи, газоразрядные осветительные устройства и электронные балласты, электродуговые печи постоянного и переменного тока, сварочные аппараты, электродвигатели переменного тока с регулируемой скоростью вращения, специальные медицинские приборы относятся к оборудованию, генерирующему высшие гармоники в сеть. В свою очередь, высшие гармоники могут приводить к дополнительному нагреву, снижению сопротивления изоляции и росту диэлектрических потерь в кабельных линиях промышленных предприятий.

В рамках проводимого энергетического аудита на ОАО «Красносельскстройматериалы» были проведены замеры коэффициентов несинусоидальности кабеля, питающего электродвигатель второй печи обжига и по снятым данным установлено, что коэффициенты 12; 14; 15; 16; 18; 20; 21; 22; 24; 26; 27; 28; 30; 32; 33; 34; 36; 38; 39 и 40 гармонических составляющих напряжения значительно превышают допустимые значения.

По данным измерений коэффициент несинусоидальности изменяется в пределах от 0,41–0,55, следовательно, в 2–2,5 раза превышает нормируемое значение.

С учетом анализа полученных результатов в лабораторных условиях был проведен эксперимент, целью которого являлось определение влияния высоких частот на сопротивление изоляции кабельных линий, на тангенс угла диэлектрических потерь и на потери мощности в них. Для эксперимента был выбран кабель N2XS_Y 1 × 120 мм² с изоляцией из сшитого полиэтилена. Данные кабеля: длина 30 см, $\text{tg}\delta = 0,0009$; емкость $C = 49,2$ пФ. Схема замещения изоляции кабельной линии приведена на рис. 1,

где $R_{г}$; $C_{г}$ – сопротивления, обусловленные геометрической формой изоляции; $R_{аб}$; $C_{аб}$ – сопротивления абсорбции; $R_{из}$ – сопротивление изоляции.

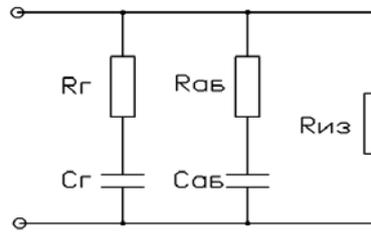


Рис. 1. Схема замещения изоляции кабельной линии

В ходе проведения эксперимента учитывались емкость кабельной линии и сопротивление шупов осциллографа. Замеры проводились для последовательной и параллельной схем замещения. Эксперимент проводился для диапазона частот от 100 Гц до 68 кГц. Для более четкого отображения результатов использовался делитель напряжения с коэффициентом деления, равным 10.

Обработка полученных результатов проводилась с использованием программы, разработанной в пакете MathCAD.

Для последовательной схемы замещения были получены следующие результаты (рис. 2).

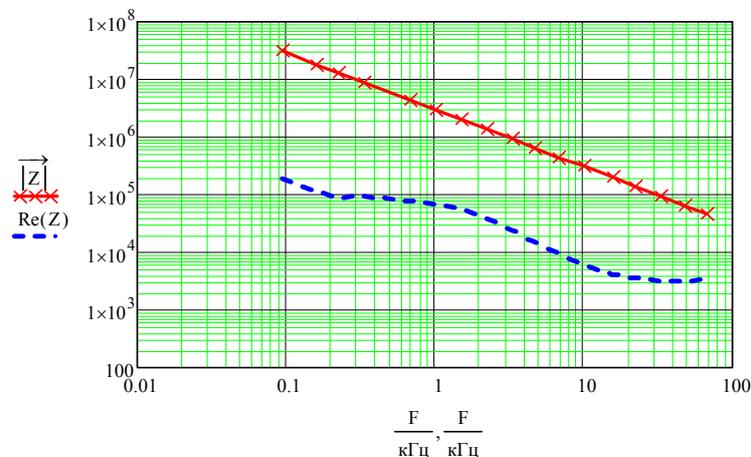


Рис. 2. Результаты измерения сопротивления изоляции кабеля при последовательной схеме замещения

Из анализа рис. 2 следует, что с повышением частоты сопротивление изоляции уменьшается: так, на частоте 100 Гц оно равно 30 МОм, а на частоте 10 кГц, 0,3 МОм. При снижении сопротивления возрастают токи утечки через изоляцию кабельных линий, что приводит к росту тангенса угла диэлектрических потерь, расчет которого проведем по формуле (1):

$$\operatorname{tg} \delta = \omega CR, \quad (1)$$

где ω – угловая частота, с^{-1} ; C – емкость изоляции, Ф; R – активное сопротивление изоляции, Ом.

Преобразуя формулу (1), получим:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{R}{-Xc}. \quad (2)$$

Знак «-» появляется из-за того, что емкостное сопротивление является отрицательным, поэтому для расчетов его необходимо заменить сопряженным. Произведя расчет тангенса угла диэлектрических потерь по формуле (2), получаем результаты, представленные на рис. 3

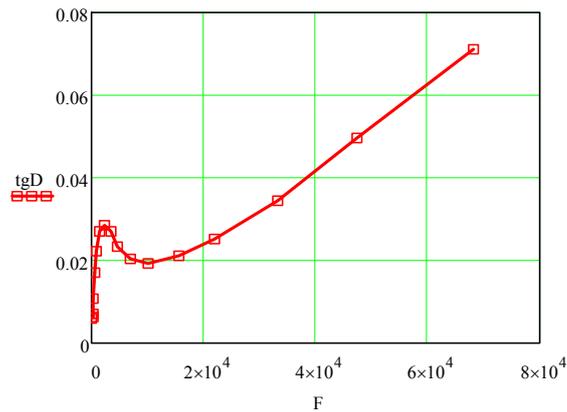


Рис. 3. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты питающего напряжения

Из анализа рис. 3 следует, что с повышением частоты возрастает угол диэлектрических потерь, пик на графике связан с поляризацией диэлектрика.

При известном угле диэлектрических потерь можно рассчитать потери активной мощности в изоляции по формуле (3):

$$P_a = U^2 \omega C \operatorname{tg}\delta. \quad (3)$$

Произведя расчет потерь мощности, были получены результаты, приведенные на рис. 4

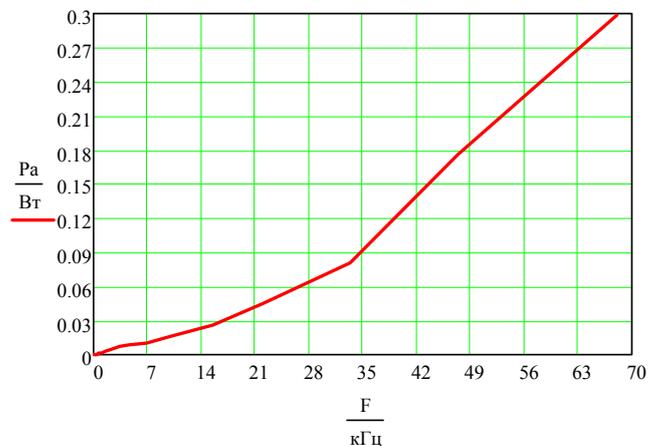


Рис. 4. Зависимость потерь активной мощности от частоты питающего напряжения

Из анализа рис. 4 следует, что при увеличении частоты питающего напряжения с 100 Гц до 68 кГц потери мощности возрастают с 0,01 до 0,29 Вт на метр.

Литература

1. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.08.99. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 31 с.
2. Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы / Н. П. Богородицкий. – Л. : Энергия, 1977. – 352 с.
3. Арриллага, Дж. Гармоники в электрических системах / Дж. Арриллага, Д. Брэдли, П. Боджер. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА
В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

А. Ю. Гуз

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

Научные руководители Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская

Республика Беларусь также как Швейцария, Дания и Япония относится к числу государств, не имеющих в достаточном количестве собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Однако, опыт этих стран показывает, что экономика может динамично развиваться за счет эффективного использования ТЭР, проведения энергосберегающих мероприятий, освоения передовых энергоэффективных технологий, снижения издержек производства.

В настоящее время 5 часть электроэнергии, произведенной в республике расходуется на освещение, причем основная доля приходится на уличное, промышленное и освещение торгово-производственных площадей. Поэтому использование энергоэкономичных источников света является важной народно-хозяйственной задачей.

Для освещения промышленных площадей применяются дуговые ртутные лампы (ДРЛ), люминесцентные лампы (ЛЛ) и металлогалогенные (МГЛ). В сравнении с лампами накаливания они позволяют экономить 45, 55, 65 % электроэнергии соответственно. Еще более ощутимую экономию позволяет получить использование светодиодного освещения (LED).

К основным достоинствам светодиодов можно отнести:

- экономичное использование электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света. Световая отдача достигает 120 лм/Вт;
- срок службы современных светодиодов составляет до 100000 ч;
- возможность получения различных спектральных характеристик, в том числе спектрально чистых цветов, без потери в световых фильтрах;
- мгновенное зажигание;
- отсутствие ртутных паров;
- отсутствие ультрафиолетового излучения и малое ИК-излучение;
- незначительное тепловыделение;
- высокая прочность и виброустойчивость;
- отсутствие мерцания (стробоскопического эффекта);
- без проблем зажигаются при низких температурах.

Основным недостатком светодиодов является их высокая цена и необходимость специальной системы охлаждения, кроме того, для сверхмощных светодиодов при-

ходится применять радиаторы, которые зачастую значительно увеличивают габаритные размеры осветительной установки.

Практический интерес представляет возможность экономии электроэнергии при выполнении осветительной сети различными источниками света и сравнение их стоимостных показателей.

С этой целью был проведен сравнительный расчет затрат на установки при использовании разных типов источников света.

Общий вид светильников с различными типами ламп представлен в таблице.

В рамках данной работы были рассмотрены различные варианты выполнения освещения промышленного цеха ОАО «Ратон» с нормируемой освещенностью в 300 лк, размером 24 × 30 м, высотой 6 м, коэффициентами отражения потолка/стен/пола в 70, 50, 20 % соответственно. Тариф на электроэнергию принят 600 р./кВт · ч. Рост тарифной ставки за год – 10 %. Время работы освещения – 4100 ч/г.

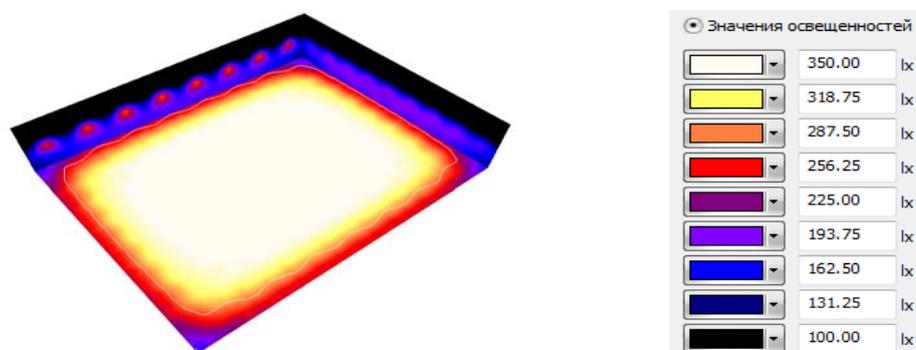


Рис. 1. Значения освещенностей на рабочей поверхности

На рис. 1 показана расчетная освещенность на рабочей поверхности при выполнении освещения светодиодными светильниками L-industry 36. Цветами показаны области различной освещенности, белой сплошной линией отмечены границы с освещенностью в 300 лк и выше.

Расчет освещения произведен с помощью программы DIALux и сведен в таблице.

Расчет освещения для различных типов ламп

| | ЛЛ | ДРЛ | МГЛ | СИД (LED) |
|--------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Показатель | | | | |
| Марка светильника | Philips TMS028 | Philips HPK150 P-WB | Philips HPK150 P-WB | LEDEL L-industry 36 |
| Световой поток необходимый, лм | 394 024 | 370 885 | 381 388 | 303 058 |
| Световой поток светильника, лм | 10 400 | 12 700 | 18 000 | 4 356 |
| Мощность светильника, кВт | 0,11 | 0,25 | 0,25 | 0,045 |

Окончание

| Показатель | ЛЛ | ДРЛ | МГЛ | СИД (LED) |
|---|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |
| Количество, шт. | 56 | 35 | 24 | 72 |
| Средний срок службы, ч | 13 000 | 16 000 | 20 000 | 100 000 |
| Цена светильника, млн р. | 0,392 | 2,520 | 2,520 | 2,506 |
| Цена лампы, млн р. | 0,003 | 0,080 | 0,350 | |
| Капиталовложения, млн р. | 0 | 0 | 0 | 180,432 |
| Потребленная ЭЭ, кВт · ч/год | 23 063,0 | 35 904,96 | 24 620,544 | 11 980,8 |
| Стоимость ЭЭ, млн р. | 13,838 | 21,543 | 14,772 | 7,188 |
| Затраты на монтаж, млн р. | 0 | 0 | 0 | 54,130 |
| Затраты на обслуживание, млн р. | 8,781 | 26,460 | 18,144 | 1,804 |
| Количество замен ламп за 10 лет | 358,4 | 91,0 | 49,9 | 0 |
| Затраты на замену неисправных ламп, млн р. | 0,108 | 0,728 | 1,747 | 0 |
| Суммарные затраты за год, млн р. | 22,726 | 48,731 | 34,664 | 8,993 |
| Экономия ЭЭ при применении LED освещения, % | 48,1 | 66,6 | 51,3 | – |

Анализирую данные таблицы, следует отметить:

1. Светодиодным осветительным установкам для создания такого же уровня освещенности необходим на 20–30 % меньший световой поток, чем светильникам с ДРЛ, ЛЛ или МГЛ лампами.

2. Также следует обратить внимание на срок службы. У светодиодного светильника он в 5 раз выше.

3. Что касается потребления ЭЭ. Светодиодное освещение требует на 50 % меньше чем источники света с ЛЛ и МГЛ и на 65 % меньше чем источник света с ДРЛ.

4. Затраты на эксплуатацию/обслуживание у LED освещения значительно меньше, чем у вариантов с другими типами источников света.

5. Учитывая срок службы у LED установок отсутствуют затраты на замену ламп в течение расчетного периода в 10 лет.

В итоге суммарные затраты за год у LED значительно ниже, чем у других источников света.

Из приведенных графиков следует, что наиболее эффективной будет замена ранее используемого освещения с лампами ДРЛ. Срок окупаемости этого мероприятия – 5–6 лет. Необходимо отметить, что замена на светодиодное освещение целесообразна лишь в помещениях с длительно работающей осветительной нагрузкой (в 2–3 смены). Замена ЛЛ освещения мало эффективна из-за очень высокой стоимости LED светильников и целесообразна лишь в том случае, если светильник выдержит заявленный в паспорте срок службы в 20 лет.

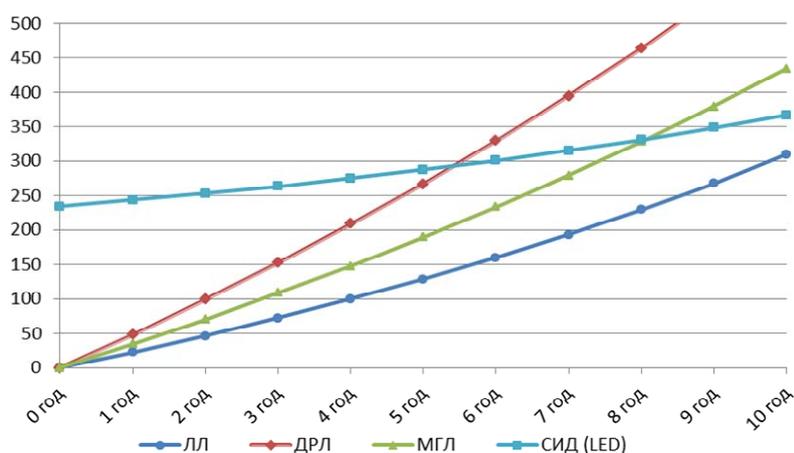


Рис. 2. Зависимости денежных затрат на освещение при применении различных ИС

Необходимо отметить, что использование светодиодного освещения требует на 50–60 % меньше электроэнергии, что обуславливает меньшие рабочие токи и позволяют использовать кабели и провода с меньшим сечением. Погонный метр кабеля с сечением на ступень ниже стоит в среднем на 40 % дешевле.

Учитывая темпы развития и снижения стоимости источников света на основе светодиодов и достижения максимума светоотдачи современных источников света, использование светодиодного освещения на промышленных предприятиях начнет встречаться все чаще и постепенно вытеснит, те источники света, что применяются в настоящее время.

Литература

1. Шенец, Л. В. Эффективность и ресурсосбережение – основные факторы устойчивого развития экономики в современных условиях / Л. В. Шенец // Технологии, оборудование, качество : материалы 13 Междунар. симп., Минск, 11–14 мая 2010 г.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ВИДЕОТЕРМИНАЛАХ

О. В. Чаус

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

Научный руководитель Н. В. Грунтович

В докладе рассматриваются возможности предотвращения, уменьшения риска и адаптивного поведения в экстремальных ситуациях. В аварийной или просто в оперативной ситуации существует вероятность ошибки, источником которой также является человек. Поэтому значительно увеличить надежность можно введением в систему не только конструктивных и схемных изменений, но и применением новых принципов представления информации оператору. Перечислим эти принципы:

1. **Принцип своевременности** обуславливается в первую очередь быстротой системы информационной поддержки, ее алгоритмами подачи информации, принятой глубиной прогнозирования и диагностирования технического состояния механизмов и систем. Управление на основе устаревшей информации может оказаться хуже, чем полное отсутствие управления.

2. **Принцип доступности** (по уровню восприятия) предусматривает выдачу на экраны изображений легко опознаваемой и запоминаемой формы в виде набора цифр, мнемознаков, графиков, пиктограмм. С системой поддержки могут работать специалисты различной квалификации. И если выданные рекомендации неясны оператору, то он должен иметь возможность через подсистему объяснений получить необходимую информацию.

3. **Принцип достоверности** достигается правильным выбором информативных параметров для диагностирования и прогнозирования технического состояния; применением классических законов теплотехники, физики, автоматики, гидромеханики при разработке различных алгоритмов; проверкой работы алгоритмов на имитационных моделях; проверкой показаний датчиков и каналов измерений.

4. **Принцип полноты** предполагает в первую очередь хранение такого количества информации в базе данных и в базе знаний, которая обеспечивала бы безаварийную эксплуатацию технических средств. Кроме того, информация на экранах должна представляться в таком виде, количестве и последовательности, чтобы свести к минимуму диалоговый режим оператора с компьютером при изменении режима работы.

5. **Принцип определенности** предусматривает, во-первых, обеспечение однозначного восприятия подаваемой информации в виде пиктограмм, мнемосхем, гистограмм, графиков, таблиц с учетом привычных стереотипов и ассоциаций. Это достигается применением известных символов и формул, а также соответствующей тренировкой на понятийных тренажерах. Во-вторых, определенность выдаваемых рекомендаций должна обеспечиваться на основе многокритериальных оценок при принятии решений. Особенно это важно при распознавании различных ситуаций и при прогнозировании дрейфа параметров и развитии событий. В-третьих, оператор должен иметь возможность при помощи подсистемы объяснений получить нужные разъяснения по выданной информации. Ведь во время эксплуатации могут возникнуть новые явления, которые не были ранее известны и нигде не описаны. В крайнем случае автоматизированная система информационной поддержки операторов (АСИПО) должна порекомендовать оператору обратиться к соответствующим справочникам или признаться в том, что она такой информацией не обладает.

6. **Принцип кратности** предусматривает оптимизацию состава информационных элементов, выдаваемых на дисплей. Такой объем информации составляет 7–8 блоков в виде набора знаков, графиков, гистограмм. Это свойство особенно важно в аварийных ситуациях. Следует избегать избыточности, как при выдаче рекомендаций, так и при построении вспомогательного диалога.

7. **Принцип декомпозиции нисходящей** предполагает последовательное разбиение сложных структурных схем, систем и алгоритмов на автономные подсистемы и простейшие узлы, схемы и операции с учетом причинно-следственных связей. Данный принцип необходим при локализации аварий, при поиске дефектов, при регламентном контроле, при работе с базой данных и базой знаний, при изучении комплексных систем управления.

8. **Принцип синтеза** предусматривает последовательное формирование сложных структур систем и механизмов на дисплее с учетом причинно-следственных, статических, кинематических связей, начиная с простейшего узла или устройства. Данный принцип может использоваться при изучении режимов работы комплексных систем управления, при их регламентном контроле, при функциональной проверке локальных регуляторов комплексных систем, при изучении конструкции и взаимосвязи узлов сложных механизмов, используя технологию сборки.

9. **Принцип пространственного соотношения элементов** предполагает изображение объектов на картах, механизмов, датчиков, блоков систем, распределительных щитов на дисплее с учетом их функциональных связей и геометрического расположения в производственном помещении. Такой принцип представления информации повышает эффективность изучения метрологического обеспечения энергетической установки, ее режимов работы, обеспечивает быстрое принятие решений при организации борьбы за живучесть технических средств.

10. **Принцип акцента** предусматривает применение мигания мнемознаков, пиктограмм, информационных окон при появлении отклонений от установленного значения, изменения цвета мнемознаков и информационных окон на экранах. Все эти изменения возможны в сопровождении звукового сигнала различной тональности.

11. **Принцип регулирования интенсивности потока сигналов** предполагает изменение частоты кадров изображения информации на дисплее как в зависимости от исполнения команд операторами, так и с заданной скоростью. Однако это не простой вопрос. Заранее определить оптимальную скорость изменения информации на экране очень сложно. Для одного оператора заданная скорость будет оптимальной, а для другого нет. Для решения одной задачи выбранная скорость подачи информации будет помогать, а для другой – будет ухудшать ситуацию. Поэтому на дисплеях АСИПО информация должна изменяться после исполнения оператором выданных рекомендаций. Однако численные значения параметров на экране должны изменяться в реальном масштабе времени согласно режиму работы. Если информацию выдавать в режиме сопровождения и самоконтроля, тогда можно выбрать скорость с учетом выполнения операций оператором средней подготовки.

12. **Принцип наглядного отображения алгоритмов решения** предусматривает такое представление информации, которое позволило бы оператору без ошибок выполнять все необходимые операции в строгой последовательности для решения эксплуатационных задач. Представление алгоритма решения задачи должно быть двух видов.

Во-первых, отображается весь алгоритм решения задачи, начиная с причины. Далее, одна-две промежуточные наиболее важные операции и конечная цель в данном алгоритме. Блок-схема находится на экране до выполнения поставленной задачи.

Во-вторых, используя принципы декомпозиции, синтеза, акцента и другие последовательно на экране отображаются все операции с использованием мнемосхем, пиктограмм, таблиц коммутационного состояния. При этом оператор должен выбрать режим работы АСИПО: режим «Подсказка» или режим «Самоконтроль». Режим «Самоконтроль» можно сделать основным, т. е. на экран с определенной скоростью выдается информация согласно алгоритму автоматически. Причем этот алгоритм можно повторить 2–3 раза. В режиме «Подсказка» следующий блок информации на экране появится после команды оператора.

13. **Принцип распределения информации во времени** предполагает, что информация может разделяться на ретроспективную (протоколы параметров и событий прошлых суток, месяцев), текущую и прогнозирующую (прогнозирование дрейфа информативных параметров и событий). В свою очередь, текущая информация к операторам может поступать порциями согласно алгоритмам решения задач.

14. **Принцип разделения информации в пространстве** предусматривает, во-первых, разделение информации между операторами технических средств и оператором технического диагностирования.

Во-вторых, дисплей целесообразно разделить на три части. Верхняя часть экрана (3–4 строки) для директивных указаний и рекомендаций оператора технического диагностирования.

Средняя часть экрана, самая большая, для отображения текущего состояния и представления различных алгоритмов.

Нижняя часть экрана – для передачи данных в локальную сеть (2–3 строки). В случае, когда директивные указания отсутствуют, на их месте могут изображаться информационные параметрические окна для диагностирования систем.

Возможен другой принцип разбивки экрана, их может быть даже несколько в зависимости от режима работы.

15. Принцип комбинирования детальных и интегральных информационных потоков предусматривает изображение информации по изменению комплекса параметров на основе графа причинно-следственных связей. Численные значения параметров могут быть представлены в виде таблицы, специальной матрицы или совместно с мнемосхемой объекта и иметь распределительный вид. Такое представление данных весьма информативно и позволяет оператору эффективно решать вопросы диагностирования технического состояния и прогнозирования событий.

Заключение. В автоматизированных системах информационной поддержки должны рассчитываться и затем выводиться на экран компьютера оптимальные состав и структура отображенной информации, точно соответствующие любой динамической ситуации, решаемой задаче, требуемому уровню адаптации информации к операторам и в реальном масштабе времени.

Литература

1. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. / под ред. В. С. Авдеевского [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – Т. 1 : Методология. Организация. Терминология / под ред. А. И. Рембезы. – 224 с. : ил.
2. Еременко, В. А. Пути обеспечения безопасности управления атомными энергетическими установками / В. А. Еременко. – К. : Техника, 1988. – 256 с.
3. Венда, В. Ф. Система гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика / В. Ф. Венда. – М. : Машиностроение, 1990. – 448 с. : ил.
4. Грунтович, Н. Анализ принципов построения информационных систем поддержки операторов АЭС / Н. Грунтович, О. Чаус // Промышленная безопасность. – 2012. – № 12. – С. 31–35.
5. Вайнштейн, Л. А. Эргономика : учеб. пособие / Л. А. Вайнштейн. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2010. – 399 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНВЕРТОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

О. А. Алферова

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

Научные руководители: Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская

Энергосбережение и снижение затрат на электроэнергию – один из наиболее актуальных вопросов современной действительности. Количество потребителей электроэнергии постоянно растет, а способы ее получения на сегодняшний день традиционны и ограничены. Поэтому во всем мире остро стоит вопрос ее рационального использования.

В производстве сварных конструкций материальные затраты зависят от используемого сварочного оборудования. Прогресс в области сварочного оборудования

в последнее время связан с использованием инверторных источников питания сварочной дуги.

Правильный выбор режимов сварки и их контроль на протяжении всего процесса являются одними из главных факторов, определяющих качество сварного соединения. Высокое качество процесса сварки достигается за счет возможности управления формой выходного напряжения и тока.

В связи с многообразием свариваемых деталей и сварочных материалов становится достаточно трудно точно подобрать сварочные режимы для качественного выполнения шва. Необходима система, способная выбирать оптимальный режим сварки и управлять им с учетом основных особенностей процесса. При этом источник питания должен обеспечивать функцию контроля над дугой и регулировать сварочный ток в зависимости от условий протекания сварочного процесса. Только инверторные преобразователи на основе мощных МОП – транзисторов с высокой скоростью переключения в сочетании с микропроцессорным управлением позволили реализовать данные требования.

Блок-схема инверторного источника питания сварочного аппарата представлена на рис. 1.

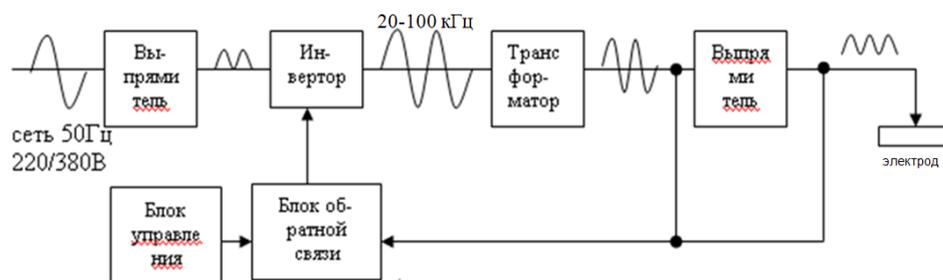


Рис. 1. Блок-схема инверторного источника питания сварочного аппарата

Принцип действия инверторного источника питания следующий: напряжение сети промышленной частоты преобразуется входным выпрямителем в постоянное порядка 500 В, а затем с помощью инвертора в переменное повышенной частоты (20–100 кГц), которое затем поступает на понижающий высокочастотный трансформатор. К вторичной обмотке трансформатора подключен диодный выпрямитель, к которому через сглаживающий дроссель подсоединен электрод.

Питание трансформатора напряжением высокой частоты позволяет существенно снизить его размеры и вес. Так, при частоте 10 кГц по сравнению с частотой 50 Гц масса трансформатора и его габариты уменьшаются в 3 раза, а при частоте 50 кГц уже в 15–17 раз.

Малая масса и габариты обуславливают применение инверторных источников при сварке на монтаже, в бытовых условиях, а так же при разнообразных ремонтных работах.

Использование источников питания нового поколения более экономично: уменьшается расход сварочных материалов, электроэнергии, увеличивается производительность сварочного процесса.

Экономия электроэнергии достигается уменьшением потребляемого тока при работе источника питания на холостом ходу и частично уменьшением тока в сварочной дуге при той же эффективности процесса сварки.

Легкое зажигание и устойчивое горение дуги при использовании инверторных выпрямителей делает их самыми распространенными среди выпускаемых источников питания.

Экономический эффект при использовании аппаратов для механизированной сварки достигается путем экономии электрической энергии, электродной проволоки и защитного газа.

Второй составляющей экономической эффективности является уменьшение расхода сварочных материалов вследствие снижения разбрызгивания и уменьшения массы наплавленного металла за счет уменьшения (до 20 %) высоты выпуклости сварного шва.

Экономия расхода защитного газа хоть и меньше по сравнению с другими источниками экономии, но при больших объемах выполняемых работ становится существенной. Экономия происходит из-за уменьшения основного времени при увеличении скорости сварки и коэффициента наплавки.

В результате проведенного анализа были выделены главные и вспомогательные составляющие экономии при использовании инверторного источника питания для механизированной сварки Форсаж-315, представленные на рис. 2. Из диаграмм видно, что основная составляющая экономии (60 %) – уменьшение расхода сварочной проволоки. Вторая по значимости составляющая (37 %) – это экономия электрической энергии. Таким образом, происходит снижение не только себестоимости сварочных работ, но и экономия топливно-энергетических ресурсов, что в полной мере соответствует проведению энергосберегающей политики Республики Беларусь.

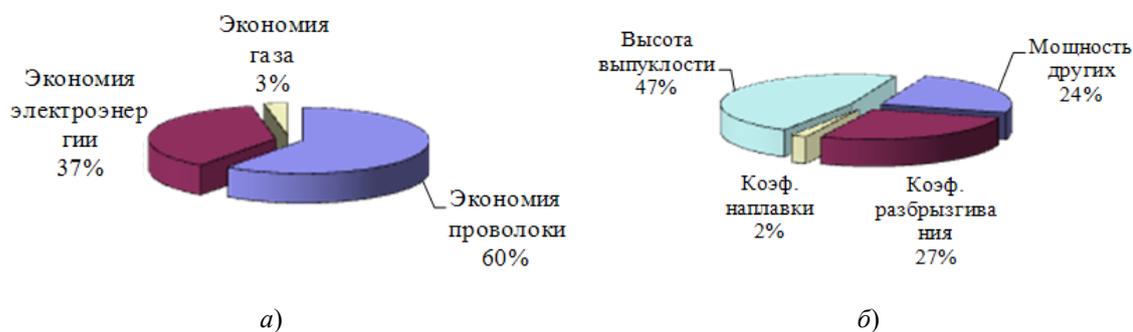


Рис. 2. Доля главных (а) и вспомогательных (б) показателей в общей экономии при замене ВДУ-505 на Форсаж-315

Инверторные сварочные аппараты «ФОРСАЖ» – это профессиональное оборудование для высококачественной ручной дуговой, аргодуговой и полуавтоматической сварки.



Сварочные инверторы от Государственного Рязанского приборного завода учитывают современные запросы потребителей, предъявляемые к сварочной технике, и отличаются повышенной надежностью.

Сварочные аппараты инверторного типа ФОРСАЖ, сочетающее в себе оригинальные схемно-технические решения с лучшими комплектующими от ведущих мировых производителей.

Серия аппаратов «ФОРСАЖ» включает:

- сварочные аппараты для ручной электродуговой сварки;
- сварочные полуавтоматы;
- сварочные инверторы для аргонодуговой сварки;
- механизмы подачи проволоки.

С целью экономии электроэнергии в корпусе сварки и окраски РУП ПО «Гомсельмаш» было предложено использование инверторных источников питания сварочной дуги для механизированной дуговой сварки Форсаж-315 вместо ВДУ-505. Экономия электроэнергии определялась на один комбайн КЗР-10 «Полесье-Ротор» (596 участков дуговой сварки).

Норма расхода электроэнергии (кВт · ч/кг) на сварку определяется по выражению:

$$H_{\text{св}} = \frac{V}{\alpha_n \cdot \eta_{\text{св}} \cdot K_n},$$

где V – напряжение дуги, В (принимается из паспорта сварочного аппарата), 30 В; α_n – коэффициент наплавки, 12,6 г/А · ч; $\eta_{\text{св}}$ – коэффициент полезного действия сварочной установки; 0,55; K_n – коэффициент использования сварочного аппарата (поста) во времени; 0,5:

$$H_{\text{св}} = \frac{30}{12,6 \cdot 0,55 \cdot 0,5} = 8,66 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}.$$

Норма расхода электроэнергии на один комбайн КЗР-10 «Полесье-Ротор» определяется по выражению:

$$H_{\text{изд}} = \frac{G_n \cdot H_{\text{св}} \cdot K_3}{\gamma},$$

где G_n – масса израсходованной проволоки, кг, 47,473 кг/изд; $H_{\text{св}}$ – норма расхода электроэнергии, 8,66 кВт · ч/кг; K_3 – коэффициент использования электродов (проволоки), учитывающий угар, разбрызгивание, огарки, для автоматической сварки 0,98; γ – доля участия металла электродов (проволоки) в массе шва; определяется по технологическим картам или принимается для автоматической сварки равным 0,5.

$$H_{\text{изд}} = \frac{47,443 \cdot 8,66 \cdot 0,98}{0,5} \text{ кВт} \cdot \text{ч/изд}.$$

Производственной программой на 2012 год предусмотрен выпуск 1200 комбайнов «Полесье-Ротор», тогда годовая экономия электроэнергии составит 966,36 тыс. кВт · ч/г., или 270,6 т у. т./г.

Литература

1. Болотов, С. В. Инверторные источники питания сварочной дуги / С. В. Болотов // Свароч. техника и оборудование. – 2003. – № 9. – С. 18–22.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СВЯЗАННЫХ С ПОВЫШЕНИЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А. В. Дробов, С. И. Бахур

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

Научный руководитель А. Г. Ус

Одной из важнейших проблем народного хозяйства является энергосбережение. Энергосбережение – важнейшая задача, затрагивающая все отрасли народного хозяйства, позволяющая при ее успешном решении обеспечить прирост производства продукции без значительного увеличения объемов потребления ТЭР [1]. Это глобальная проблема, которой необходимо постоянно заниматься на всех стадиях жизнедеятельности человека.

Безусловно, эффективное развитие машиностроения неосуществимо без всесторонней проработки вопросов энергосбережения. Цель машиностроения – производство конкурентоспособной экономической продукции с минимально возможной себестоимостью. Машиностроительная отрасль Республики представляет собой комплекс производств, которые можно представить в виде следующих секторов (рис. 1).

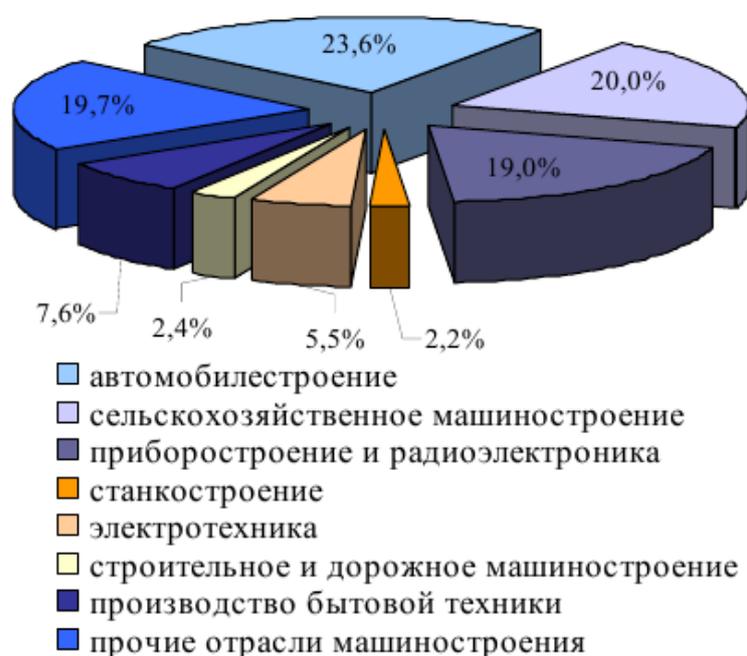


Рис. 1. Структура машиностроительной отрасли Республики Беларусь

Сегодня вопросами энергосбережения наряду с отделами энергетиков, включая отделы энергосбережения, занимаются специализированные организации и предприятия, имеющие сертификаты на энергетические обследования и разработку программ по энергосбережению «Организации Энергоаудита».

На сегодняшний день, как показывают показатели по энергосбережению при их глубоком анализе, говорит о том, что в машиностроение имеет в действительности резервы по экономии ТЭР (рис. 2).

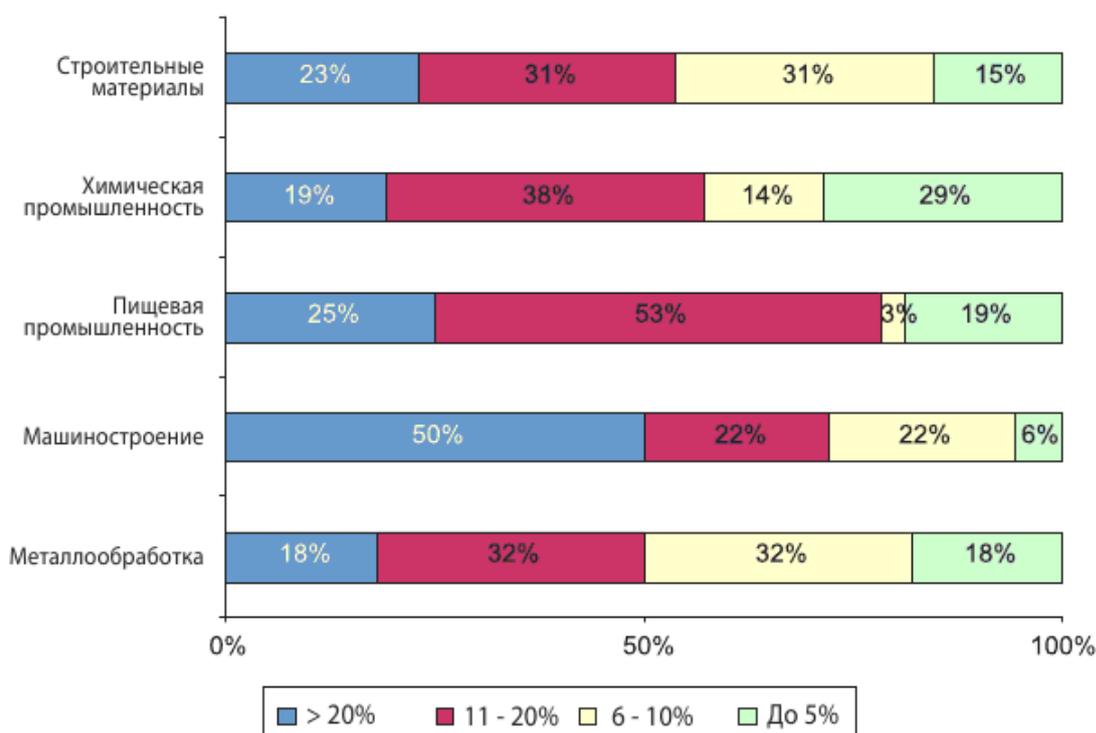


Рис. 2. Доля энергозатрат в себестоимости продукции для некоторых отраслей

Причинами малой эффективности использования топлива и энергии в отраслях машиностроения являются низкий технический уровень печного хозяйства, высокая металлоемкость изделий и большие отходы металла при его обработке, незначительный уровень рекуперации сбросной теплоты, нерациональная структура используемых энергоносителей, значительные потери в тепловых и электрических сетях. Более половины резервов экономии энергоресурсов связана с совершенствованием процессов металлообработки, в том числе за счет повышения уровня ее автоматизации, расширения использования менее энергоемких по сравнению с металлом пластмасс и других неметаллических конструкционных материалов.

Энергоэффективность оборудования определяется его КПД, удельной нормой расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции или выполняемой работы и в определенной степени зависит от физического и морального износа (сроком эксплуатации), а также оптимальной интенсивности его работы.

Результаты обследований позволяют сделать следующие выводы, что нормативные документы по энергосбережению не обеспечивают системного подхода при решении задач по повышению энергоэффективности, организации имеют субъективный подход к выявлению резервов экономии ТЭР и разработки программ по энергосбережению.

В рамках существующей проблемы на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» предложены вопросы системного подхода и матричная декомпозиция для выявления задач по энергосбережению.

При таком способе декомпозиции системы потребления и использования энергоресурсов в местах пересечения координатных осей образуются ячейки, содержащие одно или несколько направлений (резервов) экономии ТЭР.

Правильно выбранные системы координат (расход по подразделениям, по статьям расхода, объекты, области управления, функции управления, направления

экономии энергоресурсов) гарантируют наибольшую полноту выявленных мероприятий по энергосбережению.

Пример фрагмент матричной декомпозиции по электрической энергии приведен в таблице.

Фрагмент матричной декомпозиция по электрической энергии

| Статьи расхода | Резервы экономии | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--------------------------------------|------------------------------|--|
| | Запрещение обработки мелких деталей на крупных станках | Рег. производительности дымососа с помощью цилинд. направл. аппаратов вместо дросельного | Применение светодиодной осветительной аппаратуры | Замена ламп наружного освещения ДРЛ на лампы ДНаТ | Установка на котлах горелок типа СНГ | Внедрение частотного привода | Замена электродонагревателя на проточный |
| Общепромышленное оборудование | | | | | | | |
| Оборудование технологического процесса | | | | | | | |
| Вспомогательные процессы | | | | | | | |
| Прочие потребители | | | | | | | |

Выполнив такую матричную декомпозицию для машиностроения, все задачи энергосбережения были классифицированы на 5 групп. Из всего этого видно, что 4 группы задач относятся к общепромышленным, а 5 группа, специализированная для машиностроительной отрасли.

На сегодняшний день имеется подбор типовых задач или мероприятий по энергосбережению для каждой группы задач в соответствии с приведенной ранее классификацией. Для каждого мероприятия указаны средние ожидаемые значения, срока окупаемости и экономического эффекта от внедрения. Эта информация может быть эффективно использована при экспресс аудите, оперативности планировании мероприятий по энергосбережению, разработке прогрессивных норм расхода ТЭР и решения широкого круга других задач управления потреблением и использованием ТЭР. Важнейшей является в экономии ТЭР группа задач по технологии машиностроения.

Литература

1. Энергосбережение. Основные термины и определения : СТБ П 1770–2007. – Введ. 01.12.07 до 01.12.09. – Минск : БелГИСС, 2007. – 6 с.

Научное издание

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

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

Гомель, 26–27 апреля 2012 года

Ответственный за выпуск Н. Г. Мансурова

В авторской редакции

Компьютерная верстка: Н. Б. Козловская, М. В. Кравцова

Подписано в печать 10.09.12.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 59,52. Уч.-изд. л. 49,92.

Тираж 170 экз. Заказ № /67.

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