

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

5-й этап
республиканского фестиваля молодежной вузовской науки
«Молодежная наука – агропромышленному комплексу страны»

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

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

Гомель, 28–29 апреля 2016 года

Гомель 2016

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

И88

Редакционная коллегия:

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

канд. техн. наук, доц. *М. И. Михайлов*

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

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

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

д-р техн. наук, доц. *И. А. Мурашко*

канд. экон. наук, доц. *Л. М. Лапицкая*

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

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

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

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

Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики
И88 и управления : материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 505 с.

ISBN 978-985-535-314-1.

Содержатся материалы XVI 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.

Для студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

ISBN 978-985-535-314-1

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Рехлицкий О. В., Попов В. Б.</i> Процесс проектирования и постановки на производство сельскохозяйственной техники в холдинге «Гомсельмаш»	11
<i>Пархоменко Н. В., Шукина Л. В.</i> Проблемы и направления обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства региона	14
<i>Колесник Ю. Н., Алферова Т. В.</i> Энергосберегающие технологии в агропромышленном комплексе.....	20

Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Акатьев А. А.</i> Анализ отказов гидроцилиндров и методов обеспечения их безотказной работы.....	27
<i>Ашуркова С. Н.</i> Выбор рациональной расчетной схемы для исследования напряженно-деформированного состояния кузова пассажирского вагона	30
<i>Булавко Ю. В.</i> Анализ эффективности работы валцов початкоочистительных комбайна початкоуборочного КП-4	33
<i>Величkevич И. А.</i> Применение библиотеки «3D-библиотека деталей штампов» для автоматизации проектирования штамповой оснастки	36
<i>Гутман Р. Е.</i> Разработка конструкции глубинного пробоотборника с одновременным определением физических свойств пластового флюида.....	39
<i>Карсеко К. С.</i> Антикоррозионная защита нефтепромыслового оборудования	42
<i>Ковалевский В. Ф.</i> Обоснование активатора соломотряса зерноуборочного комбайна с учетом параметров соломистого вороха.....	45
<i>Курач А. В.</i> Анализ нагруженности телескопической балки моста энергосредства УЭС-2-250А «Полесье»	48
<i>Курач А. В.</i> Анализ требований по обеспечению агрегатирования трактора ХТЗ-121 с навесными машинами.....	52
<i>Левкович Е. М., Левченко А. И.</i> Динамическая модель кривошипно-шатунного механизма с упругим штоком.....	54
<i>Малышкин П. Ю.</i> Классификация, сравнение и анализ систем подачи газового топлива для питания дизельных двигателей	58
<i>Матвеевков А. С.</i> Облитерация в дросселях и методы минимизации ее последствий ..	61
<i>Михайлов К. М.</i> Моделирование жесткости режущего барабана кормоуборочного комбайна.....	64
<i>Моратуваге Н. В.</i> Оценка особенностей вытеснения нефти из неоднородного засоленного пласта в процессе его разработки с применением заводнения (на примере семилукской залежи Осташковичского месторождения в Припятском прогибе).....	67
<i>Николаенко К. В., Прахоцкий Е. Г.</i> Разработка технологии изготовления и модельные исследования пары статор–ротор турбобура ТВ1-240	69
<i>Новиков М. А.</i> Организация газораспределения модели БКШМ с использованием пневмо-электроклапанов	73
<i>Омелюсик А. В.</i> Особенности использования моделей материалов при виртуальных испытаниях конструкций транспортных средств на ударную прочность.....	76
<i>Петоченко М. И.</i> Проектирование роторов двухроторного вакуумного насоса типа Рутс	79

<i>Печенев А. А.</i> Анализ энергетических затрат на выделение зерна из хлебной массы в системе очистки самоходной молотилки	82
<i>Рыбакова А. В.</i> О некоторых подходах к автоматизации разработки общих технологических процессов на детали типа «Втулка»	84
<i>Самусевич А. А.</i> Автоматизированное построение математической регрессионной модели второго порядка для элементов технологических процессов	87
<i>Тригуб А. А.</i> Перспективы использования биогаза в тракторных ДВС	91
<i>Тысева Н. Ю.</i> Совершенствование несущей конструкции рамы вагона-шлаковоза	94
<i>Федорова Т. А.</i> Система управления качеством как один из элементов управления производством	97
<i>Харламов В. Н.</i> Анализ напряженно-деформированного состояния устройства фрезерования резьбы	100
<i>Язмурдова Г. Я.</i> Оценка влияния галитовой минерализации пород-коллекторов на коэффициент извлечения нефти семилукской залежи Золотухинского месторождения	102
<i>Самсонов Д. В.</i> Анализ напряженно-деформированного состояния устройства фрезерования резьбы	104

Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

<i>Аникеева М. В.</i> К вопросу о повышении долговечности подшипников скольжения торцово-прессового деформирования	107
<i>Астапов Е. А.</i> Влияние режимов упрочнения на структуру и свойства полутеплостойкой инструментальной стали X12M	110
<i>Ахметов Т. А.</i> Использование устройств снятия напряжений для повышения пластических свойств холоднодеформированной арматуры	113
<i>Базуев И. В., Старков Н. В., Ахметов Т. А.</i> Организация производства высокотехнологичных подшипников с нанокomпозиционным покрытием на базе ОАО «Минский подшипниковый завод»	115
<i>Буслов М. М.</i> Расчет компенсатора при точной штамповке выдавливанием	118
<i>Быкова Е. М.</i> Автоматизация построения системы калибров при прокатке профилей на мелкосортном стане 320	121
<i>Герасимов Ю. Л., Авдеев С. В.</i> Исследование влияния оксидированного покрытия прошивных оправок на их эксплуатационную стойкость	125
<i>Гребнева Я. А.</i> Методика проектировочных расчетов роторно-ножевых агломераторов	128
<i>Давыдова О. В., Дробышевская Н. Е., Хорт А. А.</i> Особенности термохимического синтеза субмикронных порошков оксида иттрия, активированных ионами европия в одностадийном процессе	132
<i>Крижевский И. М.</i> Структурообразование при высокоэнергетической обработке прецизионного сплава на железной основе	135
<i>Ладорская Я. Ю.</i> Оптимизация технологий получения отливок с использованием комплексного моделирования теплофизических и гидродинамических процессов в литейной форме	139
<i>Лисун А. Е.</i> Современные материалы, используемые при магнитно-абразивной обработке труднообрабатываемых материалов	142
<i>Мазуров В. С.</i> Движение дисперсных материалов в ротационных наклоняющихся печах	145

Оборов М. В. Исследование влияния геометрических составляющих калибров прокатных валков редуционно-растяжного стана на дефектообразование.....	148
Овезов М. С. Моделирование напряженно-деформированного состояния сложнопрофильных гравюр штампового инструмента	151
Пешкун Ю. Н. Влияние дисперсионного твердения на распределение остаточных напряжений в поверхностных слоях стали Р6М5, модифицированных лазерной обработкой.....	154
Руденко Д. Е., Прыбытков Ю. В., Старков Н. В. Модернизация обводного ролика ротора канатной машины.....	157
Старков Н. В. Эффективное формирование раската для слиттинг-процесса.....	160
Стрельченко А. В., Пости А. И. Исследование влияния скоростного режима на тепловое состояние валков при горячей прокатке сортовых профилей на стане 370/150 ОАО «БМЗ»	164

Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

Астравик С. В. Использование компьютерных технологий в повышении эффективности изучения дисциплины «Электрическое освещение»	167
Бахур С. И. Анализ надежности сложной электрической системы методом имитационного моделирования	170
Бутраменко А. С., Бадьков И. И., Антипенко Д. П., Михайлова А. Н. Комплексный электропривод асинхронного с короткозамкнутым ротором электродвигателя и фазовым управлением напряжением в цепи статора в электромехатронном исполнении	173
Довгун А. А. Автоматизация расчета высших гармоник в электрических сетях предприятия	177
Дробов А. В. Статистический анализ влияния на рабочие характеристики асинхронного двигателя трехфазного инвертора и синхронного генератора	180
Дронченко Г. В. Стенд для измерения показателей качества электрической энергии в сети 0,38 кВ прибором МИЦ-1	183
Евминов А. Л. Современные методы технического диагностирования электрооборудования	186
Жеранов С. А. Критический анализ существующих систем автоматизации проектирования осветительных установок	189
Засименко А. В. Автоматизация расчета (снижения) эксплуатационных характеристик кабелей при питании нелинейных нагрузок	192
Зиновьева С. С. Лабораторная установка для исследования электрофизических характеристик солнечных панелей	195
Кудравец В. Э., Москалев Д. С. Способы нагружения автономных дизель-генераторов при проведении испытаний.....	198
Лаевский С. В. Проблема высших гармоник в электрических сетях.....	202
Ланицкий М. А. Перспективы развития энергетики Республики Беларусь.....	205
Мельников Д. А., Ходанович С. И. Расчет и экспериментальное исследование передаточных характеристик избирательных цепей с управляемыми источниками	208
Мороз В. А. Автоматизация расчета снижения пропускной способности трансформаторов 6–10/0,4 кВ при питании нелинейной нагрузки	211
Нго Фьонг Ле. Применение генетического алгоритма в оптимизации параметров синхронного двигателя с инкорпорированными магнитами	214

Пырх С. В., Пастерняк Е. А. Пути повышения эффективности систем электроснабжения и использования электроэнергии на ОАО «Речицадрев».....	217
Родин А. В. Рекуператор на основе пародинамического термосифона	220
Сероокий Ю. А. Переработка галитовых отвалов методом электролиза.....	223
Скулимовский А. А. Применение фильтров высших гармоник для улучшения качества электроэнергии на промышленных предприятиях.....	225
Смахтин А. А. Повышение энергоэффективности устройств нагружения резервных дизель-электрогенераторов	228
Широкова О. Д. Влияние провалов напряжения на люминесцентные и светодиодные источники света.....	231
Степанкин Н. И. Оценка дополнительных потерь мощности от высших гармоник в элементах систем электроснабжения	234
Шашков И. В. Ресурсосберегающий стенд для испытания пружин.....	238
Шелкунов Р. Г. Система управления стендом испытания тяговых электродвигателей постоянного тока последовательного возбуждения	241
Яцков Р. В. Особенности и проблемы психологического функционирования и эргономического обеспечения профессиональной деятельности оперативно-диспетчерского персонала энергосистем.....	244

Секция IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Болденко С. В. Избирательный усилитель для приемопередающего устройства в системе поиска внутритрубных снарядов	247
Бояровская К. С., Давыдова К. А. Экспериментальные исследования динамического диапазона средств технического зрения	250
Ильющиц Е. А. Сравнительный анализ возможностей позиционирования, предоставляемых спутниковыми системами	253
Карпов А. В. Применение автогенераторных схем для токового управления пропорциональных магнитов.....	256
Ковалев И. Л., Козляковская А. А. Система мониторинга прецизионных токов источников питания структурных дипольных и квадрупольных сверхпроводящих магнитов синхротрона Нуклотрон.....	259
Ларьков И. В. Корреляционный приемник на основе ПЛИС	262
Левкович А. С. Влияние пространственного положения датчика Холла на его выходной сигнал при использовании его в качестве датчика линейных перемещений	265
Макаренко А. Д. Разработка средств обработки и отображения информации системы диагностики электронных модулей комбайнов ПО «Гомсельмаш»	268
Мельников А. В. Многоканальный стабилизатор катодного тока с возможностью удаленного управления	271
Мельников А. В. Применение фазоманипулированных сигналов в системах поиска внутритрубных диагностических снарядов.....	274
Попель А. В. Технологические приемы наноструктурирования стеклопорошков и стеклоприпоев, применяемых при изготовлении изделий электронной техники	277
Поплавная О. В., Шелкович К. Н. Датчик угла наклона на основе MEMS-акселерометра.....	280
Потапов П. Г. Перспективы трансграничного сотрудничества Беларуси и Украины по противопаводковому мониторингу	283

<i>Титенков О. А.</i> Технология получения и область практических приложений экситон-плазмонных наноматериалов, сформированных на основе наночастиц восстановленного германия	286
<i>Третьяков А. С., Капитонов О. А.</i> Аппаратное и программное обеспечение для исследования тепловентиляционных режимов асинхронных электродвигателей.....	289
<i>Уткин А. С.</i> Устройство диагностики узлов управления комбайнов для ПО «Гомсельмаш».....	292
<i>Черехухин В. А.</i> Способ снижения влияния температуры рабочей жидкости на характеристику управления пропорциональной гидроаппаратурой.....	296

Секция V. ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ПОЛИТИКА

<i>Андриевская Ю. О.</i> Инвестиционная политика предприятия: содержание и финансовые источники реализации в современных условиях	300
<i>Андропова К. М.</i> Повышение эффективности управления финансовыми потоками в логистической системе предприятия	303
<i>Брель М. В.</i> Совершенствование управления кадровыми потоками в логистической системе предприятия.....	306
<i>Волкова Ю. А.</i> Эффективна ли «жесткая» интеграция предприятий?	309
<i>Воропаева О. А.</i> Электронная торговля как способ эффективного продвижения предприятия на внешних рынках.....	312
<i>Гатальская И. В.</i> Меры снижения потерь от риска в процессе реализации инвестиционного проекта.....	315
<i>Куприянова Я. Д., Авраменко А. Ю.</i> Оценка деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства Республики Беларусь.....	319
<i>Куликович Е. Д.</i> Повышение эффективности управления основным производством предприятия (на примере ОАО «Гомельский химический завод»)	322
<i>Макарова Т. А.</i> Проблемы занятости: региональный аспект (на примере Гомельской области)	325
<i>Пяткина К. В.</i> Пути повышения эффективности использования собственных финансовых ресурсов предприятия (на примере ОАО «Медпласт»)	327
<i>Супроненко А. Н.</i> Организация материально-технического обеспечения на основе зарубежного опыта	330

Секция VI. КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

<i>Войнич К. Э.</i> Повышение результативности системы менеджмента качества организации через менеджмент персонала	333
<i>Джамиев М. М.</i> Факторы предпринимательского риска в современных условиях	336
<i>Дроздова О. А., Манько Е. И.</i> Применение методов экспертного оценивания при внедрении инновационных продуктов и технологий на предприятии	338
<i>Курбиева И. Ю.</i> Проблемы управления производительностью труда на предприятиях	341
<i>Леонович Е. А.</i> Пути повышения конкурентоспособности машиностроительной отрасли Республики Беларусь в современных условиях.....	344
<i>Малиновская С. Л.</i> Совершенствование системы менеджмента качества организации.....	345
<i>Маслакова З. А., Дремач Г. И., Мойсеенко А. О.</i> Применение техник менеджмента качества для выполнения требований ISO 9001:2015.....	348

<i>Матрешина В. В.</i> Правовое регулирование применения комплаенс-системы в Республике Беларусь.....	352
<i>Кулыев К. М.</i> Сравнительный анализ методик оценки кредитоспособности субъектов хозяйствования.....	355
<i>Лосева Ю. В.</i> Аутстаффинг как перспективная система управления персоналом на предприятии.....	358
<i>Мельникова Т. А.</i> Влияние применения аутстаффинга персонала на экономические показатели предприятия.....	361
<i>Радевич А. Д.</i> Анализ эффективности инновационной деятельности предприятия (на примере филиала «Докшицкий хлебозавод» ОАО «Витебскхлебпром»).....	364
<i>Хаврукова С. В.</i> Оценка уровня жизни населения Республики Беларусь: региональный аспект (на примере Гомельской области).....	366
<i>Чечуга А. С.</i> Бюджетирование как механизм оптимизации финансовых ресурсов.....	369
<i>Чувашева Е. В., Костусева В. В., Агеева В. Н.</i> Нормативное обеспечение безопасности электронных платежных систем.....	371
<i>Шумская Е. Н.</i> Обоснование технической и хозяйственной необходимости реконструкции железнодорожных станций.....	374

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

<i>Аксенчик Н. Г.</i> Состояние и проблемы обеспечения экономической безопасности предприятий Республики Беларусь.....	378
<i>Заяц М. Г.</i> Общая характеристика организации и проведения земельных аукционов в Минской области.....	381
<i>Згурская О. Н.</i> Бизнес-модель молодежного бизнес-инкубатора технического университета.....	385
<i>Козлова В. И., Клейнауските К.</i> Проблемы и перспективы развития бережливого агропромышленного производства.....	388
<i>Криштофик Е. С.</i> Организация производства импортозамещающей продукции в ОАО «Беллакт».....	390
<i>Липская В. К.</i> Механизм повышения конкурентоспособности отечественных зерноуборочных комбайнов.....	392
<i>Меркулова О. И.</i> Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объектов АПК.....	395
<i>Никитенко Д. А., Феськова В. П.</i> Модернизация огнетехнических устройств на базе струйно-нишевой технологии сжигания.....	398
<i>Пригожий С. Ю., Якубовская В. В.</i> Общая характеристика нарушения порядка использования земли и требований по ее охране.....	400
<i>Тригуб М. В.</i> Основы улучшения финансового состояния организации.....	403
<i>Царикевич Т. А.</i> Производство и реализация льна и льнопродукции на мировом рынке.....	406
<i>Чулкова В. В., Бранец Е. Д.</i> Ценность продукции в концепции Бережливого производства (Lean production).....	409
<i>Шевелева Т. А.</i> Энергетическая эффективность сельскохозяйственного производства: проблемы и пути ее повышения.....	412
<i>Якубовская В. В.</i> Анализ осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель в Горецком районе Могилевской области.....	415

Секция VIII. МАРКЕТИНГ

<i>Бердин А. Ю.</i> Основные стратегические задачи в области маркетинга ОАО «СтанкоГомель»	419
<i>Богдановская О. А.</i> Использование программ лояльности белорусскими компаниями.....	422
<i>Бондарева О. В.</i> Анализ влияния внешней среды на деятельность РТУП «БРП» речной порт «Гомель».....	425
<i>Верхуша Е. А.</i> Внедрение туристической карты лояльности как способ привлечения туристов.....	426
<i>Гончар М. В.</i> Определение направлений и перспективных тенденций развития рынка туристических услуг Республики Беларусь	430
<i>Господарева А. А.</i> Pest-анализ ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод»	432
<i>Дмитриченко С. Я.</i> Характеристика внутреннего отраслевого рынка ОАО «8 Марта» ...	435
<i>Дорофеева Е. Д.</i> Имидж города Гомеля для молодежного сегмента	438
<i>Кравченко А. В.</i> Активизация сбыта продукции ОАО «8 Марта» посредством введения системы дисконтных карт фирменной торговой сети.....	442
<i>Кушнеров А. С.</i> Пути повышения конкурентоспособности строительной отрасли.....	445
<i>Москаль К. И.</i> Бренддинг туристской территории.....	448
<i>Паращенко Н. О.</i> Совершенствование распределительной деятельности СООО «Ингман мороженое» путем открытия фирменного кафе-мороженого	451
<i>Равковская А. П.</i> Анализ SMM туристических компаний города Гомеля	454
<i>Сердюков А. П.</i> Сопроводительные сервисные услуги как дополнительная возможность повышения объемов продаж ЧПТУП «Окна-Виктория».....	457
<i>Тарасенко Д. С.</i> Трейд-маркетинг в Республике Беларусь.....	460
<i>Титушкина К. А.</i> Влияние имиджа Беларуси на изменение въездных туристических потоков.....	463

**Секция IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

<i>Аниканов В. В.</i> Разработка автоматизированной системы выявления нарушителей информационной безопасности на объекте.....	467
<i>Беломутов Г. В., Дроздов П. Ю., Куранцов А. С., Шинкоренко И. Д.</i> Информационно-справочное мобильное приложение «Улицы Героев».....	469
<i>Васечкина В. А.</i> Концептуальная модель автоматизированного обучающего курса «Защита персональных данных»	472
<i>Гетиков Д. В., Абрамов Е. С., Дервянко Д. В.</i> Об одной методике оценки вероятностных характеристик пропускной способности транспортной сети.....	475
<i>Гундина М. А., Чешкин А. Н., Прихач И. В.</i> Обработка цифровых промышленных изображений	478
<i>Дордаль Д. С., Налетко И. С.</i> Портативная многофункциональная метеостанция.....	481
<i>Гончаров П. В.</i> Оптимальные методы вычисления матриц произвольного порядка средствами языка СИ с применением MPI.....	483
<i>Жердецкий Ю. В., Франков И. И.</i> Вероятностное моделирование схем резервирования участков технологического процесса производства	486

<i>Левцова Т. С.</i> Автоматизация построения параметризированной геометрической модели поясничного отдела позвоночника человека	489
<i>Малюх О. Ю.</i> Применение закона Бенфорда	491
<i>Матюш И. И., Савкова Е. Н.</i> Автоматизированная система «Фотон» для исследований фотометрических и колориметрических свойств объектов в программно-аппаратных средах	494
<i>Меньшаков П. А.</i> Методика голосовой идентификации на основе нейронных сетей	497
<i>Савчик А. В.</i> Методика моделирования виртуальной реальности	501
<i>Цалко И. Н.</i> Поиск типовых элементов позвонка на Dicom-изображениях	503

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТАНОВКИ НА ПРОИЗВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ХОЛДИНГЕ «ГОМСЕЛЬМАШ»

О. В. Рехлицкий, В. Б. Попов

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
Беларусь*

Процесс проектирования и постановки на производство сельскохозяйственной техники осуществляется в соответствии с действующей в холдинге «Гомсельмаш» системой менеджмента, которой регламентируются последовательности и взаимодействия процессов и процедур, выполняемых при проектировании сельскохозяйственной техники.

В соответствии с действующей системой менеджмента процесс проектирования, изготовления и испытания опытных образцов сельскохозяйственной техники состоит из двух составляющих: непосредственно самого процесса проектирования и процедур обеспечения процесса проектирования.

Обеспечение выполнения процесса проектирования включает в себя:

– процедуры измерения, анализа и совершенствования управления (управление документацией, корректирующие и предупреждающие действия, планирование, заключение договоров, управление записями, внутренние аудиты, идентификация и прослеживаемость управления несоответствующей продукцией, мониторинг и измерение продукции, авторский надзор в производстве);

– процедуры обеспечения и менеджмента ресурсов (патентно-лицензионная деятельность, планирование и порядок подготовки кадров, инфраструктура, производственная среда, охрана труда, управление финансовыми ресурсами, управление устройствами для мониторинга и измерений, юридическое обеспечение).

Процесс проектирования сельскохозяйственной техники включает в себя:

- проектирование сельскохозяйственной техники и ее составных частей и систем;
- исследовательские работы, включающие в себя конструкторско-исследовательские работы в области динамики, прочности, аналитической надежности, а также исследовательские работы в области материаловедения и триботехники;
- изготовление опытных образцов сельскохозяйственной техники;
- проведение испытаний, в том числе стендовые и полевые испытания.

Процессу разработки новой сельскохозяйственной техники предшествует проведение маркетинговых исследований, которые представляют собой комплекс работ, включающий все виды исследовательской деятельности, связанные с изучением рынка, продукта, каналов распределения, методов и принципов сбыта, системы ценообразования и рекламы, а также прогноза продаж изделия, требующего разработки или адаптации к рынку, определения затрат на техническую подготовку и оценку эффективности его производства.

Существенно сократить сроки конструкторского и технологического проектирования, повысить качество выпускаемых изделий и получить возможность быстрого освоения новой, востребованной рынком продукции, позволяет использование метода сквозного параллельного проектирования и подготовки производства.

Современные методы проектирования техники предполагают собой применение инновационных методик и программных средств компьютерного моделирования

и инженерного анализа сложных физических процессов, проходящих в процессе эксплуатации современных сельскохозяйственных машин. Применение современного программного обеспечения для компьютерного проектирования, внедрение информационно-поисковых и измерительно-испытательных систем, систем автоматизированного проектирования, инженерных расчетов, технологической подготовки производства экспериментальных и опытных образцов новой техники.

Для этих целей используются программно-вычислительные комплексы ИСПА, ANSYS, LS-DYNA и CFX. Данные информационные технологии дают возможность на стадии проектирования получать объективные данные о разрабатываемых конструкциях, тем самым сокращаются сроки проектирования, ускоряется процесс постановки новой техники в серийное производство и снижается себестоимость конечного продукта.

Разработчиком всей сельскохозяйственной техники, выпускаемой холдингом «Гомсельмаш», является научно-технический центр комбайностроения (далее – НТЦК).

Для обеспечения надежности и качества создаваемой техники, использования в разработках передовых технических решений НТЦК тесно сотрудничает с ведущими научными учреждениями и организациями страны, среди них:

- ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси»;
- ГНУ «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси»;
- ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси»;
- ГНУ «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси»;
- ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси»;
- ГНУ «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси»;
- ОАО «Интеграл»;
- Белорусский национальный технический университет;
- УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»;
- УО «Белорусский государственный университет транспорта»;
- УО «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» и ряд других.

В структуру НТЦК ОАО «Гомсельмаш» входят конструкторские отделы по направлениям создаваемой техники, конструкторско-исследовательские отделы и лаборатории: динамики, прочности и аналитической надежности, охраны интеллектуальной собственности, надежности, оценки технического уровня и авторского надзора, материаловедения и триботехники, конструкторский отдел художественного конструирования, общетехнический комплекс, экспериментальное производство, испытательный центр, комплекс стендовых испытаний и доводки машин.

НТЦК имеет стопроцентную обеспеченность компьютерами конструкторских и технологических отделов. Основу инфраструктуры вычислительных средств представляет локально-вычислительная сеть со скоростью передачи 100 Мбит/с (скорость магистральных линий 1000 Мбит/с), объединяющая более 500 компьютеров, среди которых 300 – мощные 64-битные рабочие станции с оперативной памятью от 8 до 32 Гб, предназначенные для конструкторских разработок с трехмерной графикой в системе твердотельного моделирования. Работа различных сервисов и клиент-серверных приложений в локально-вычислительной сети поддерживается тринадца-

тью высокопроизводительными серверами. Все проектные работы выполняются в системе Creo 2.0. С ее помощью выполняется разработка отдельных узлов и компоновка всей машины, выполняется прокладка гидравлических и электрических систем.

Для организации совместного выполнения работ по конструированию, как для коллективов разработчиков в рамках проекта по отдельной машине, так и для совместной работы в масштабах организации всех конструкторов по разработке всей новой и конструкторскому сопровождению всей серийно выпускаемой техники эксплуатируется система управления данными об изделиях – WIDCHILL, что позволяет существенно расширить возможности и повысить оперативность обработки не только создаваемых в процессе проектирования компьютерных моделей и их отдельных компонентов, но и всех видов сопровождающих разработку документов.

Работа над проектами ведется конструкторами и технологами в единой компьютерной сети, включающей более 300 рабочих станций, при этом результаты работы каждого конструктора отражаются на общей твердотельной модели проектируемого изделия. Компьютерная сборка виртуальной машины позволяет до изготовления изделия в экспериментальном производстве уточнять и оптимизировать параметры конструкции, проверять правильность принятых инженерных решений.

Проектирование сложной наукоемкой техники предусматривает собой проведение комплекса всесторонних расчетных исследований и виртуальных испытаний функционирования изделия с использованием компьютерных CALS технологий, обеспечивающих информационную интеграцию и системную поддержку жизненного цикла продукции, в том числе:

- проведение анализа статической и динамической прочности несущих конструкций любой топологии;
- кинематический и динамический анализ работы и оптимизация механических систем, механизмов и трансмиссионных узлов;
- компьютерное моделирование технологических и других процессов на основе исследования движения частиц в сплошной среде, в том числе в аэродинамическом потоке, позволяющее получить заданные функциональные характеристики изделия и обеспечить требуемый уровень надежности.

Для оценки результатов, полученных в процессе разработки сельскохозяйственной техники и соответствия разработанной КД требованиям ТЗ, проводят изготовление и испытания опытных образцов разрабатываемой техники.

Изготовление опытных образцов разрабатываемой техники осуществляется в экспериментальном производстве НТЦК, оснащенном современным оборудованием, в том числе лазерной резкой, обрабатывающими центрами, универсальными станками с ЧПУ, позволяющими обеспечить высокий уровень качества, уменьшение сроков изготовления деталей и узлов, соблюдение точностных параметров, предъявляемых к вновь создаваемой технике.

Высокий уровень качества разрабатываемой техники обеспечивается проведением стендовых и натурных испытаний узлов и полнокомплектных образцов техники.

На имеющемся в НТЦК комплексе стендовых испытаний и доводки машин проводятся стендовые испытания материалов и деталей, соединений и сварных сборочных единиц, несущих систем и ходовой части кормоуборочных, зерноуборочных комбайнов и других машин сельскохозяйственного назначения, механических передач, гидроагрегатов и гидротрансмиссий, насосов-дозаторов, гидроарматуры, гидрорукавов различного исполнения, испытания закопотированной моторной установки на тепловой режим, испытания механических передач, трансмиссий, адаптеров для кормоуборочных комбайнов, динамические испытания полнокомплектных машин в сборе, испытания двигателей для определения или подтверждения их характеристик.

Испытания опытных образцов сельскохозяйственной техники проводятся аккредитованными испытательными лабораториями (центрами), машиноиспытательными станциями (МИС).

НТЦК располагает испытательным центром, аккредитованным на техническую компетентность и самостоятельность, который может выполнять испытания опытных образцов машин по показателям безопасности и назначения.

Процесс разработки сельскохозяйственной техники завершается проведением приемочных испытаний, корректировкой КД по результатам приемочных испытаний и передачей комплекта КД с literой «О₁» изготовителю.

Подготовку производства, как правило, осуществляют параллельно с разработкой сельскохозяйственной техники и изготовлением опытного образца (опытной партии).

При освоении производства выполняются следующие работы:

- изготовление образцов сельскохозяйственной техники установочной серии в соответствии с требованиями КД с literой «О₁»;
- проведение квалификационных испытаний образцов установочной серии;
- корректировку КД и ТД по результатам изготовления и испытания установочной серии с присвоением КД и ТД литеры «А».

За последние годы НТЦК разработаны модельные ряды сельскохозяйственных машин и адаптеров с техническими характеристиками, учитывающими специфические условия уборки в различных регионах и отвечающими современным аграрным технологиям и требованиям потребителей. Именно поэтому многие регионы Российской Федерации, Украины, Казахстана применение техники, произведенной предприятиями холдинга «Гомсельмаш», неразрывно связывают с применяемыми технологиями эффективного сельскохозяйственного производства.

ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА

Н. В. Пархоменко, Л. В. Щукина

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

На фоне интенсивного развития экономики в XX в., обусловленного бурным ростом народонаселения и необходимостью удовлетворения его всевозрастающих потребностей, возникли и негативные тенденции, в числе которых повышение уровня загрязнения окружающей среды и истощение ресурсов планеты. Мировое сообщество отреагировало на это разработкой доктрины компромиссного взаимодействия природы и общества, которая получила название Концепции устойчивого развития (sustainable development). Под устойчивым развитием понимается установление сбалансированных, гармоничных отношений между человеком, обществом и природой.

Основные положения Концепции сформулированы в ходе работы Международной комиссии по окружающей среде и развитию (Комиссия Брундтланд) в период 1984–1987 гг. и опубликованы в виде доклада «Наше общее будущее» (Our common future, 1987 г.). На его основе в 1992 г. разработан и утвержден международный документ «Повестка дня на XXI век», в котором основное внимание было уделено устойчивому ведению сельского хозяйства и развитию сельских районов.

Являясь политическим приоритетом для всех стран мира и опираясь на баланс экономических, социальных и экологических целей, устойчивое развитие аграрного сектора предполагает: во-первых, достижение необходимых параметров эффектив-

ности сельскохозяйственного производства; во-вторых, обеспечение населения продовольствием, повышение уровня и качества жизни сельского населения; в-третьих, создание экологически безопасных условий ведения сельскохозяйственного производства, рациональное использование природного потенциала и внедрение ресурсосберегающих технологий.

К числу наиболее важных документов, принятых на разных уровнях и отражающих механизм достижения устойчивости развития аграрного сектора, относятся: декларация Всемирного саммита по продовольственной безопасности, резолюция «Сельскохозяйственное развитие и продовольственная безопасность», Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 гг. и др. Кроме того, созданы органы, в задачи которых входит регулирование социо-эколого-экономического развития аграрной отрасли. В частности, на глобальном уровне функционирует международная Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), на национальном – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Актуальность идей устойчивого развития для сельского хозяйства и сельских регионов Гомельской области обусловлена необходимостью решения ряда проблем, которые изучены нами в соответствии с основными императивами устойчивого развития: экономическим, социальным и экологическим.

Во-первых, Гомельская область имеет не лучший среди регионов Беларуси ресурсный потенциал для ведения сельскохозяйственной деятельности (табл. 1). В частности, уровень сельскохозяйственной освоенности территории наиболее низкий (в среднем 30,30 %), что связано с преобладанием площади лесных земель (50,1 %), значительным количеством земель под болотами и водными объектами (6,6 %), а также выведением части земель из сельскохозяйственного оборота в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Таблица 1

**Экономические параметры развития сельского хозяйства
Гомельской области за период 2010–2014 гг.**

Наименование показателя	Значение показателя по годам				
	2010	2011	2012	2013	2014
Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га	1383,9	1381,7	1361,9	1354,2	1346,7
Удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей площади территории региона, %	30,51	30,55	30,14	30,00	29,94
– в среднем по Республике Беларусь	36,96	36,93	36,74	36,46	36,15
Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, в расчете на 1000 га сельхозугодий, чел.	42,46	41,27	40,36	39,38	38,72
– в среднем по Республике Беларусь	48,09	46,76	45,86	44,16	42,72
Производительность труда, млн р. на 1 среднегодового работника	67,44	119,52	235,44	279,80	370,62
– в среднем по Республике Беларусь	65,19	117,52	220,69	257,91	332,05
Производство зерна в расчете на 1 балло-га посевов, кг	76,63	95,13	90,07	88,55	110,56

Окончание табл. 1

Наименование показателя	Значение показателя по годам				
	2010	2011	2012	2013	2014
– в среднем по Республике Беларусь	86,39	101,03	108,90	92,67	116,37
Производство мяса КРС и свиней в расчете на 1 балло-га сельхозугодий, кг	3,04	3,15	3,46	3,79	3,50
– в среднем по Республике Беларусь	3,66	3,74	3,86	4,21	3,79
Производство молока в расчете на 1 балло-га сельхозугодий, кг	21,79	21,90	23,61	23,60	24,70
– в среднем по Республике Беларусь	23,94	24,33	25,90	25,91	26,68

Примечание. Таблица составлена авторами по данным источника [5].

Для нашего региона характерен самый низкий уровень обеспеченности аграрного производства необходимыми кадрами, что обусловлено: во-первых, перераспределением трудовых ресурсов из сельскохозяйственной сферы в промышленный сектор экономики и сферу услуг; во-вторых, значительным оттоком населения из сельской местности и населенных пунктов, загрязненных радионуклидами, в городскую среду. Вместе с тем, Гомельский регион в полной мере реализует имеющийся трудовой потенциал, поскольку производительность труда является наиболее высокой.

Перечисленные объективно сложившиеся обстоятельства не позволяют обеспечить необходимый уровень экономической устойчивости сельского хозяйства региона на принципах самокупаемости и самофинансирования. В частности, по показателям производства основных видов сельскохозяйственной продукции отмечается существенное отставание от других регионов Беларуси и несоответствие установленным целевым нормативам (зерно – 140 кг, мясо КРС и свиней – 5 кг, молоко – 32 кг).

Во-вторых, общей для всех регионов Республики Беларусь, в том числе и Гомельской области, неблагоприятной тенденцией последних десятилетий является прогрессирующее сокращение численности сельского населения (рис. 1).

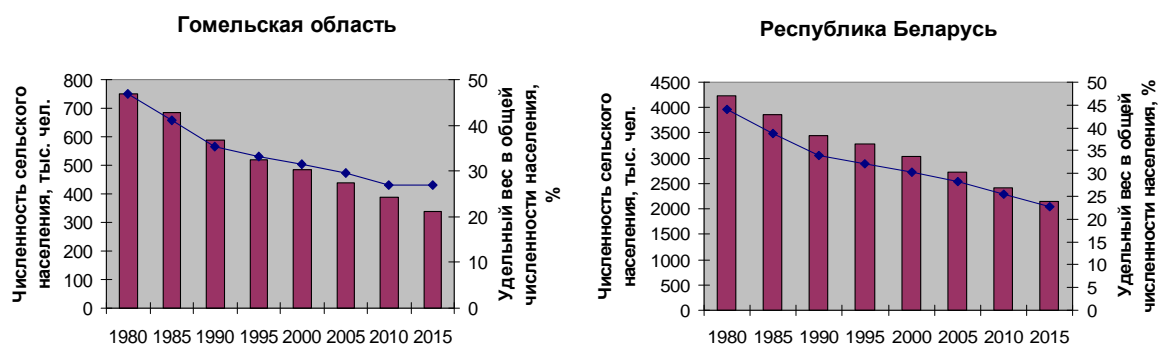


Рис. 1. Показатели динамики сельского населения за период 1980–2014 гг.

Наиболее значимыми компонентами, определяющими изменение численности сельского населения, являются естественные причины (соотношение рождаемости и смертности) и миграционные процессы [3, с. 15]. Наше исследование показало, что, несмотря на снижение интенсивности сокращения численности сельского населения, достигнутое за последние 3 года, существенным образом тенденция пока не изменилась.

Еще одной социальной проблемой является относительно низкий уровень оплаты труда сельского населения. Величина заработной платы в сельском хозяйстве Гомельской области значительно ниже среднеобластного ее уровня. Сложившаяся тенденция характерна и для других регионов Беларуси [5]. Причины этого: во-первых, низкий уровень экономической эффективности большинства сельскохозяйственных организаций; во-вторых, диспаритет цен на продукцию промышленности и сельского хозяйства; в-третьих – низкая мотивация труда, слабо учитывающая изменившиеся условия хозяйствования. В последние годы удалось сократить разрыв в доходах сельского и городского населения, однако он все еще является значимым.

В-третьих, в Гомельской области производство сельскохозяйственной продукции в силу природно-климатических факторов и особенностей специализации отличается более высокой экологической нагрузкой (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели влияния сельского хозяйства на состояние окружающей среды
сельских территорий за период 2010–2014 гг.**

Наименование показателя	Значение показателя по годам				
	2010	2011	2012	2013	2014
Внесено минеральных удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в расчете на 1 балло-га пашни, кг	10,13	11,55	10,53	10,59	9,24
– в среднем по Республике Беларусь	9,10	10,03	9,07	8,78	7,56
Внесение органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в расчете на 1 балло-га пашни, т	0,28	0,32	0,29	0,27	0,37
– в среднем по Республике Беларусь	0,29	0,33	0,32	0,30	0,34
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в расчете на 1-го сельского жителя, кг	30,6	47,6	68,6	86,8	101,51
– в среднем по Республике Беларусь	21,0	29,2	44,4	58,1	72,9
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в расчете на 1 км ² сельских территорий, кг	831,0	1252,1	1769,6	2208,0	2539,5
– в среднем по Республике Беларусь	645,1	871,3	1304,4	1683,1	2094,5

Примечание. Таблица составлена авторами по данным источников [2], [7].

Более интенсивное (в сравнении с другими регионами Беларуси) использование минеральных удобрений обусловлено двумя причинами: 1) относительно низким уровнем естественного плодородия почвы; 2) необходимостью внесения повышенных доз на землях, загрязненных радионуклидами. Это рассматривается как контрмера и позволяет снизить переход радионуклидов из почвенной в растительную среду. Кроме того, ведущей отраслью национального сельского хозяйства является животноводство, где производство продукции связано с использованием тепло- и энергоустановок, обеспечивающих работу животноводческих комплексов и являющихся главным источником выбросов загрязняющих веществ. В этой связи относительные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от ста-

ционных источников в сельском хозяйстве региона превышают соответствующие показатели в целом по Беларуси.

Решение вышеперечисленных экономических, социальных и экологических проблем и создание предпосылок для устойчивого развития сельского хозяйства региона возможно на основе разработки и реализации комплекса мероприятий.

Во-первых, это развитие кластерной формы организации производства. Агропромышленный кластер – это организационное объединение сельхозпроизводителей, предприятий пищевой промышленности, а также обслуживающих их инфраструктурных организаций. Они действуют в комфортной деловой среде, которая создается органами власти. Взаимоотношения субъектов агрокластера приводят к возникновению синергетического эффекта, способствуют повышению конкурентоспособности и устойчивости территории. Нами изучены потенциальные возможности создания агрокластера в Гомельской области. Его сырьевую зону предложено сформировать в рамках Гомельского, Речицкого и Светлогорского районов, а целесообразным направлением специализации установить производство мясомолочной продукции. Прогнозный уровень синергетического эффекта от создания сырьевой зоны агрокластера составил 5,9 % [9].

Важным направлением обеспечения устойчивости развития сельского хозяйства региона является повышение энергоэффективности, что означает увеличение отдачи в виде конечной продукции и наиболее полное использование биологического потенциала растений и животных [1]. В числе управленческих технологий повышения энергоэффективности – разработка, внедрение и сертификация систем энергетического менеджмента [4, с. 22]. Это обеспечивает прямое сокращение затрат всех видов энергоресурсов, улучшение энергоснабжения сельского населения, увеличение удоя молока, прирост урожайности сельскохозяйственных культур (в среднем на 20 %) и др. Социальные преимущества заключаются в снижении заболеваемости и повышении жизненного уровня населения за счет повышения теплового комфорта и исключения использования в целях отопления радиационно загрязненных дров и древесных отходов, создании рабочих мест, уменьшении уровня безработицы. Экологический эффект состоит в сокращении выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, в том числе – создающих парниковый эффект, замещении невозобновляемых источников энергии, повышении экологической безопасности сельских территорий. Кроме того, необходимо более широко использовать нетрадиционные источники энергии, в числе которых – солнечная и ветровая энергия, применение биогазовых технологий.

Третьим направлением обеспечения устойчивости развития сельского хозяйства региона является развитие и внедрение элементов органического (экологического) земледелия. Нами выявлены отличительные признаки органического и традиционного сельского хозяйства с позиции устойчивости развития систем [8, с. 78]. Так, при ведении органического сельского хозяйства более высокими являются урожайность, рентабельность продукции, уровень качества и ее безопасность, а также устойчивость к природным аномалиям. Кроме того, органическое сельское хозяйство предполагает запрет в течение как минимум трех лет применения химических средств защиты растений, в то время как они широко используются при традиционном земледелии. При этом экологически чистая продукция подлежит обязательной сертификации. Отечественный аграрный сектор имеет значительный потенциал для производства органической сельскохозяйственной продукции. Во-первых, в структуре земельного фонда Республики Беларусь сельскохозяйственные земли занимают наибольшую площадь. Во-вторых, ежегодно увеличиваются объемы внесения органи-

ческих удобрений под сельскохозяйственные культуры в расчете на 1 балло-га пашни. В-третьих, наблюдается увеличение спроса на экологически чистые продукты питания среди населения. В-четвертых, созданы общественные объединения, пропагандирующие идеи органического сельского хозяйства.

Дальнейшее развитие сельского хозяйства региона возможно за счет комплексного благоустройства сельских территорий объектами социальной и инженерно-транспортной инфраструктуры, строительства жилья в сельских населенных пунктах. К настоящему времени проделана значительная работа в области развития системы социального и бытового обслуживания сельского населения, электроснабжения и газификации, связи и информатизации, строительства жилья и ввода объектов социально-культурного назначения в сельских регионах. В числе приоритетных задач устойчивого развития аграрной отрасли, а также одним из способов повышения уровня жизни сельского населения является улучшение их жилищных условий путем строительства и ввода в эксплуатацию жилого фонда. Показатели жилищных условий сельского населения Гомельской области представлены в табл. 3. Дальнейшее улучшение жилищных условий сельского населения будет способствовать снижению интенсивности миграционных процессов, повышению эффективности и конкурентоспособности агропромышленного комплекса.

Таблица 3

**Показатели жилищных условий сельского населения
Гомельской области за период 2010–2014 гг.**

Наименование показателя	Значение показателя по годам				
	2010	2011	2012	2013	2014
Ввод в эксплуатацию жилых домов в сельских населенных пунктах, общей площади на 1000 чел. населения, тыс. м ²	449,9	355,8	218,2	274,6	381,6
Уровень обеспеченности сельского населения жильем, общей площади на 1-го жителя, м ²	31,4	32,3	32,8	33,5	34,1
Количество граждан (семей), получивших жилье и улучшивших жилищные условия, тыс.	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8

Примечание. Таблица составлена авторами по данным источников [6], [7].

Таким образом, реализация перспективных направлений обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства способствует созданию условия для укрепления продовольственной безопасности страны, повышению энергетической и экологической эффективности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства, обеспечению высоких социальных стандартов проживания сельского населения, а также сохранению экосистем сельских территорий для настоящих и будущих поколений.

Литература

1. Заводчиков, Н. Д. Вопросы энергосбережения и энергоэффективности в сельском хозяйстве / Н. Д. Заводчиков, Е. А. Воронкова, С. В. Гобов // Изв. Оренбург. ГАУ. – 2012. – Вып. 34-1. – Т. 2. – С. 190–194.
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 253 с.
3. Пархоменко, Н. В. Политика устойчивого развития сельских территорий и ее особенности в условиях восточнославянских государств / Н. В. Пархоменко // Менталитет славян и инте-

- грационные процессы: история, современность, перспективы : материалы IX междунар. науч. конф., Гомель, 21–22 мая 2015 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – С. 12–21.
4. Пархоменко, Н. В. Энергоэффективные технологии в сельском хозяйстве : эколого-экономический аспект / Н. В. Пархоменко, Л. В. Щукина // Сучасні інформаційні, правові та соціально-економічні аспекти розвитку бізнесу : матеріали XI МНПК, Чернігів, 23 квітня 2015 р. – Чернігів : ЧШБІП МНТУ ім. академіка Ю. Бугая, 2015. – С. 22–23.
 5. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 318 с.
 6. Социально-экономическое развитие регионов Республики Беларусь (2014–2015 гг.) : стат. бюллетень / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/bgd/public_bulletin/index_593/. – Дата доступа: 02.04.2016.
 7. Статистический ежегодник Гомельской области : стат. сб. / Гл. стат. упр. Гомел. области. – Гомель, 2015. – 470 с.
 8. Щукина, Л. В. Сравнительная характеристика систем земледелия с позиции устойчивости развития сельского хозяйства / Л. В. Щукина // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали доповідей учасників III МНПК (23 квітня 2015 р.). – Житомир : Полісся, 2015. – С. 76–80.
 9. Щукина, Л. Формирование сырьевой зоны агрокластера: подход с позиции устойчивого развития / Л. Щукина // Аграр. экономика. – 2014. – № 10. – С. 32–39.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Ю. Н. Колесник, Т. В. Алферова

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

В экономике любого государства огромную роль играют два фактора: топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) и продовольственная стабильность.

Мировой опыт показывает, что страны, имеющие зерно и энергоресурсы, – это независимые, высокоразвитые государства. Обеспечение продовольственной безопасности и устойчивого развития экономики имеет стратегическое и чрезвычайно важное значение и для нашей республики.

Как известно, Беларусь не располагает достаточными природными топливно-энергетическими ресурсами и вынуждена закупать около 80 % потребляемых ТЭР (рис. 1).



Рис. 1. Динамика изменения доли МВТ в КИТ республики за 2005–2015 гг.

Это делает экономику зависимой от внешних поставщиков и уязвимой по отношению к резким колебаниям цен на энергоресурсы.

Длительное время работа по экономии энергоресурсов в сельском хозяйстве не получала должного развития. Кроме того, известно, что наращивание темпов роста

сельскохозяйственной продукции достигалось в основном за счет применения более мощной техники, увеличения расхода топлива, электроэнергии. И это существенно сказывалось на себестоимости сельскохозяйственного производства.

В то же время, несмотря на заметный прогресс последних лет, затраты топливно-энергетических ресурсов при производстве валового внутреннего продукта в Беларуси заметно выше, чем в развитых странах.

Дальнейшее наращивание объемов производства в области сельского хозяйства, ориентированное на увеличение расхода ТЭР, потребовало бы огромного роста материальных затрат, не всегда пропорциональных приросту продукции.

В современных условиях хозяйствования задача повышения энергоэффективности диктуется не только недостатком собственных ТЭР в топливно-энергетическом балансе страны, но и необходимостью снижения себестоимости производимой продукции и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке. Поэтому стратегической представляется задача выхода на уровень государств Европейского союза по энергоэффективности сельскохозяйственного производства, дальнейшего снижения энергоемкости продукции (рис. 2).

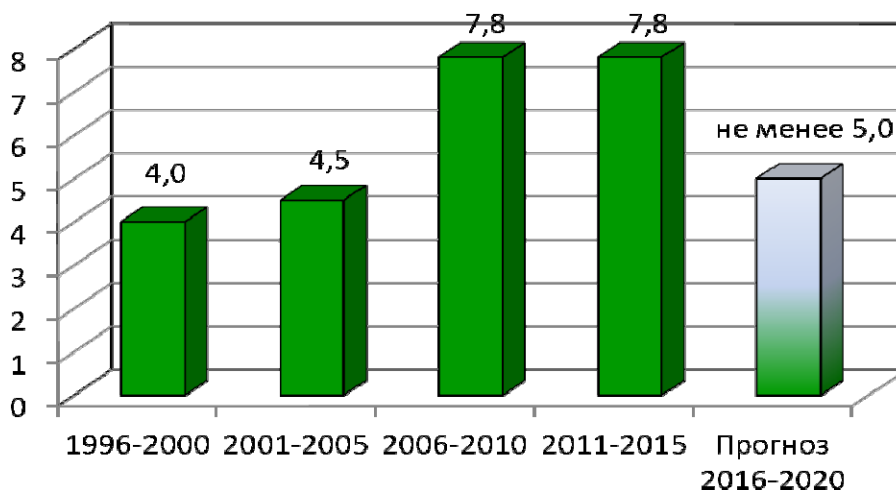


Рис. 2. Экономия топливно-энергетических ресурсов, млн т у. т.

В связи с развитием энергоэффективных технологий и многообразием энергосберегающих мероприятий [1] работа специалистов по энергосбережению усложняется, становится более напряженной и ответственной. Для эффективного решения этих задач в ГГТУ им. П. О. Сухого активно привлекаются студенты, магистранты, аспиранты.

Среди эффективных направлений энергосбережения в агропромышленном комплексе республики рассмотрим следующие:

- оптимизация источников энергоснабжения, использование местных видов топлива;
- модернизация технологических процессов;
- оптимизация режимов энергопотребления.

Энергетический комплекс Беларуси характеризуется тем, что основная часть энергии вырабатывается на крупных тепловых электростанциях. При этом коэффициент полезного использования топлива на тепловых электростанциях составляет, как правило, до 40 % на КЭС и не более 70 % на ТЭЦ (рис. 3).



Рис. 3. Использование топлива тепловыми электростанциями

Учитывая, что потребители ТЭР агропромышленного комплекса в основном небольшие, для их энергоснабжения могут использоваться соответствующие электростанции.

Хорошим примером являются системы когенерации (рис. 4).



Рис. 4. Использование топлива когенерационной установкой

В таких системах одновременно вырабатывается электрическая и тепловая энергия, а доля полезного использования топлива составляет около 90 %:

$$\eta_{ит.} = \frac{35 + 55}{100} = 90\%.$$

Как показывает практика, системы когенерации характеризуются хорошими экономическими показателями, они вырабатывают дешевую энергию и эти системы находят широкое распространение в Беларуси в последние годы.

Помимо когенерационных станций, важное значение в нашей стране имеют энергоисточники, работающие на местных видах топлива.

Оптимизация источников энергоснабжения с переходом на местные виды топлива и применение инновационных технологий энергоснабжения находят широкое распространение в нашей стране (рис. 5).



Рис. 5. Первая в Беларуси мини-ТЭЦ с использованием ORC (ПУП «Гомельэнерго»)

Еще одной особенностью агропромышленного комплекса является то, что в сельской местности часто наблюдается нестабильность режима напряжения. Исследования показали, что предприятия, работая на нестабильном напряжении, могут потреблять электроэнергии больше [2].

Для решения проблемы целесообразно применять специальное оборудование для стабилизации и оптимизации напряжения электрической сети – стабилизаторы-регуляторы напряжения, устройства управления энергопотреблением (рис. 6).

С учетом структуры электроприемников предприятия экономия электроэнергии при снижении напряжения предлагается оценивать по выражению

$$\delta W \approx V \sum W_i \alpha_i - \Delta W_p,$$

где V – математическое ожидание отклонения напряжения; W_i – фактическое потребление электроэнергии по i -м группам электроприемников, полученное, например, из электрического баланса; α_i – регулирующий эффект по активной мощности, определяется для каждой из групп электроприемников; ΔW_p – потери электрической энергии в регуляторе (стабилизаторе) напряжения.



Рис. 6. Внешний вид устройства управления энергопотреблением, стабилизатора-регулятора напряжения и измерительных приборов в РУ потребителя ТЭР

В условиях многообразия энергосберегающих мероприятий, с одной стороны, изменений условий и режимов работы потребителей ТЭР, с другой, решение задач повышения энергоэффективности представляется целесообразным основывать на специализированных программных комплексах, которые позволяют автоматизировать процессы выбора оборудования из различных вариантов, а также рассчитывать энергосберегающий эффект и показатели экономической оценки эффективности затрат.

В качестве примера рассмотрим автоматизированную расчетно-справочную систему для повышения эффективности электроснабжения предприятий [2].

Принципы построения расчетно-справочной системы основаны на создании справочного (база данных по энергоэффективному оборудованию) и расчетного (методы расчетов энергетической и экономической эффективности) блоков, разработке удобного интерфейса, и могут быть адаптированы к значительному количеству энергосберегающих мероприятий (рис. 7).

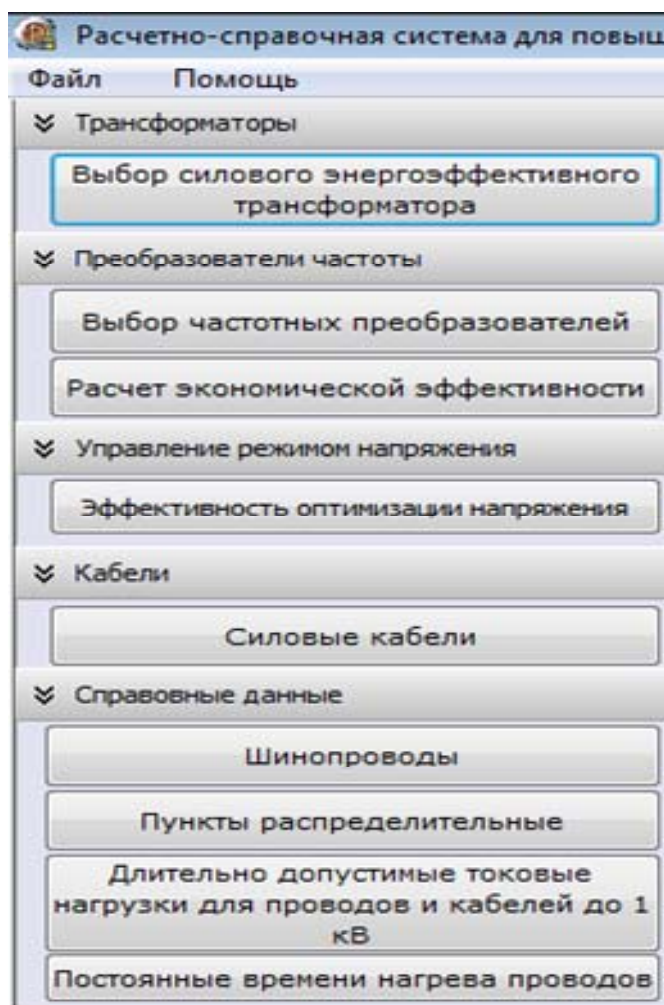


Рис. 7. Фрагмент главного интерфейса системы

В расчетной части при помощи разработанных алгоритмов происходит обработка данных с последующим выводом информации в табличном, графическом либо текстовом видах. Пользователь, в частности, может наглядно оценить затраты, а также величину и стоимость сэкономленной электроэнергии за счет конкретного мероприятия.

Справочная часть содержит базы данных по выбору оборудования. Данные представляются в табличном виде с возможностью сортировки и выборки нужных параметров. Программа предусматривает возможность пополнения баз данных об энергосберегающем оборудовании.

Система обладает интерактивностью, так как происходит информационный обмен элементов этой системы.

Интерфейс каждого приложения разработан таким образом, чтоб пользователь, впервые столкнувшись с программой, смог быстро решать поставленные задачи.

Рассмотрим основные функциональные возможности системы на примере преобразователей частоты, которые широко используются для повышения энергоэффективности и в агропромышленном комплексе.

Так, для расчета экономии электроэнергии за счет применения преобразователей частоты, оценки их экономической эффективности используется соответствующее приложение системы.

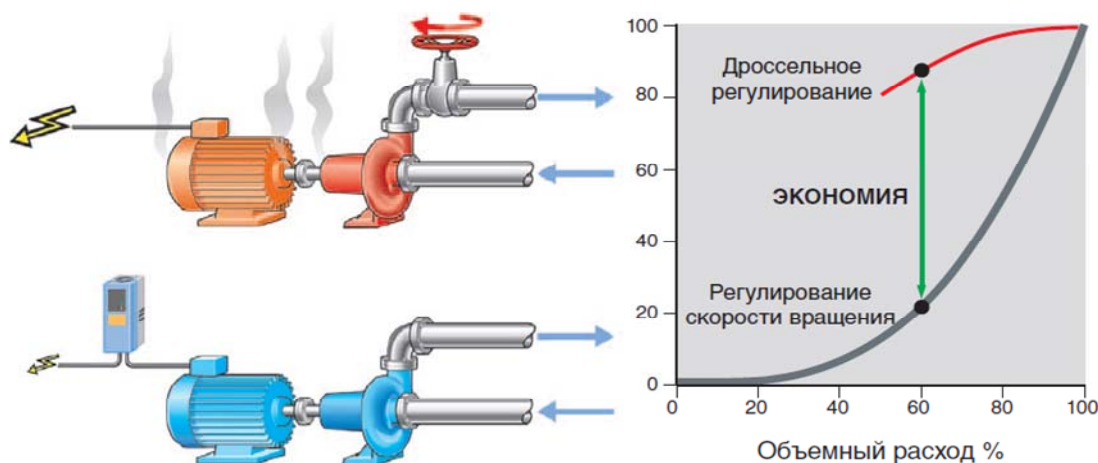


Рис. 8. Принцип энергосбережения при частотном регулировании производительности

Программа опирается на сравнительный анализ наиболее распространенных методов регулирования производительности. Напомним, что таковыми являются частотное и дроссельное регулирование (рис. 8).

В расчетной части приложения реализованы алгоритмы сравнительного анализа дроссельного и частотного регулирования объемного расхода, учитывающие характеристики гидравлической системы и электроприводов агрегатов.

В справочной части системы имеется база данных основных технических характеристик частотных преобразователей (рис. 9).

Частотные преобразователи

Трехфазное напряжение питания, В: 400

Мощность, кВт: Обычное использование, В тяжелом режиме, Привод насосов и вентиляторов

Тип А	Обычное использование						Использование в тяжелом режиме					
	1/5 мин		Sn	Pn	Рабочий цикл 1/5 мин		Рабочий цикл 2/15 с		Sn	Pn		
	I2hd_max	I2n_max			I2hd_4/5 мин	I2hd_max 1/5 мин	I2hd_max 13/15 с	I2hd_max 2/15 с				
[A]	[A]	[кВА]	[кВт]	[л.с.]	[A]	[A]	[A]	[A]	[кВА]	[кВт]	[л.с.]	
ACx 601-0005-3	7,6	8,4	5	3	3	6,2	9,3	6,2	12,4	4	2,2	3
ACx 601-0006-3	11	12	6	4	5	7,6	11	7,6	15,2	5	3	3
ACx 601-0009-3	15	17	9	5,5	7,5	11	17	11	22	6	4	5
ACx 601-0011-3	18	20	11	7,5	10	15	23	15	30	9	5,5	7,5
ACx 601-0016-3	24	26	16	11	15	18	27	18	36	11	7,5	10
ACx 601-0020-3	32	35	20	15	20	24	36	24	48	16	11	15

Рис. 9. Фрагмент базы данных частотных преобразователей

После ввода необходимых параметров производится автоматическая выборка записей из базы данных, удовлетворяющих условиям поиска. При этом предусмотрено, что регуляторы могут быть рассчитаны на 3 режима: обычное использование, использование в тяжелом режиме и в качестве привода насосов и вентиляторов (прямоугольная кривая нагрузки).

Результаты расчетов представляются в табличном и графическом видах (рис. 10).

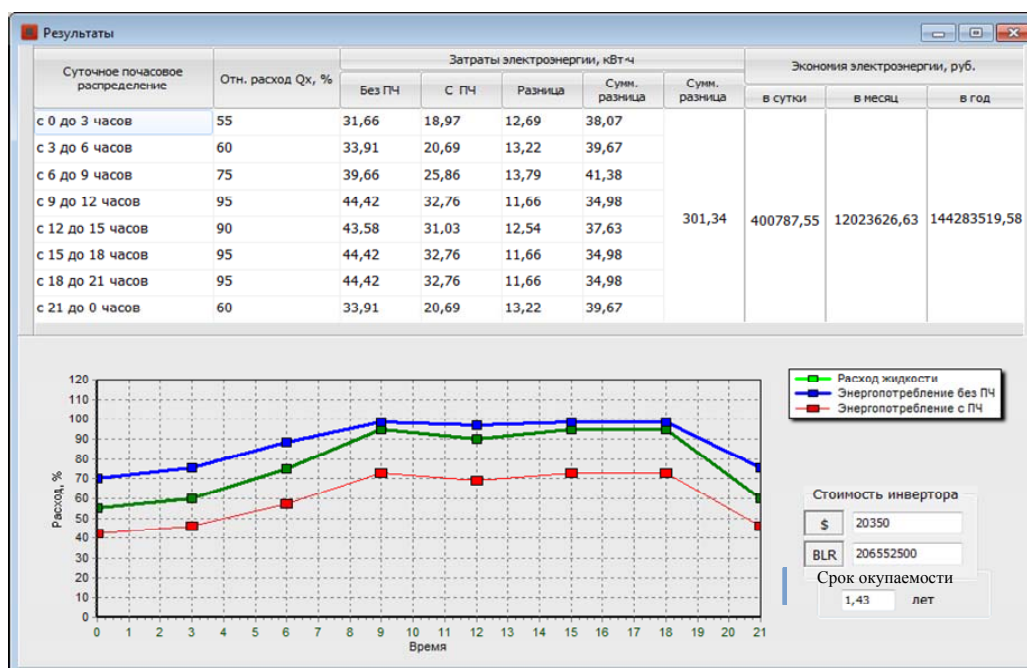


Рис. 10. Результаты расчета экономии электроэнергии при использовании частотного преобразователя

Пользователь также может наглядно оценить затраты и срок окупаемости, величину и стоимость сэкономленной электроэнергии за счет применения предлагаемого системой преобразователя частоты.

Таким образом, современные энергосберегающие технологии являются эффективным инструментом снижения энергоемкости и повышения конкурентоспособности агропромышленного комплекса.

Разработка и внедрение таких технологий максимально эффективно при сотрудничестве учреждений образования с предприятиями и при активном участии студентов, магистрантов, аспирантов.

Литература

1. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Отд-ние аграр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики ; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, Л. С. Герасимовича. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 776 с.
2. Колесник, Ю. Н. Эффективность регулирования напряжения в электрических сетях высших учебных заведений / Ю. Н. Колесник, С. Н. Прохоренко, С. В. Ведерников // Энергетика и ТЭК. – 2011. – № 1. – С. 10–12.
3. Колесник, Ю. Н. Автоматизированная расчетно-справочная система для повышения эффективности электроснабжения промышленных предприятий / Ю. Н. Колесник, А. Н. Беляй // Энергетика и ТЭК. – 2014. – № 7/8. – С. 60–64.

Секция I МАШИНОСТРОЕНИЕ

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ И МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ

А. А. Акатьев

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

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Повышение коэффициента полезного действия машин при выполнении технологических операций является актуальной задачей для любых машин, используемых в технике и предназначенных для выполнения различных технологических операций в машиностроении, а также на транспорте, сельском хозяйстве, строительстве, горном деле и т. д. В этих сферах хозяйственной деятельности находят широкое применение машины с гидроприводом, главной особенностью которых является применение для выполнения технологических операций гидроцилиндров (ГЦ).

Так как современные гидроприводы работают при достаточно высоких давлениях (от 16 МПа и выше), поэтому важным условием безотказной работы гидропривода в целом является безотказная работа гидродвигателя.

Цель исследования: провести анализ отказов гидроцилиндров, выявить наиболее существенные причины отказов и определить методы борьбы с ними.

В основном отказы гидроцилиндров связаны с неправильной эксплуатацией и пренебрежительным отношением к техническому обслуживанию.

Неисправности в гидроцилиндрах могут возникать по нескольким причинам, основными являются следующие [1]:

1) отказ из-за уплотнений (~ 95 %), которые возникают в результате:

– несвоевременного обслуживания гидросистем;

– использования гидравлических масел низкого качества или смесей различных типов масел;

– присутствия в маслах примесей механического типа;

2) отказ из-за конструкции ГЦ (~ 5 %), которые возникают в результате:

– нарушения правил установки гидроцилиндров, при этом возникает искривление штока гидроцилиндра;

– пренебрежения правилами эксплуатации, в том числе допущения механических повреждений или превышения допустимых значений грузоподъемности.

Таким образом, одним из факторов бесперебойной работы гидроцилиндра является правильный подбор рабочей жидкости и ее регулярная замена.

Также на безотказную работу ГЦ влияют: соблюдение сроков технического обслуживания, чистота рабочей жидкости и деталей ГЦ (штока), увеличенные по сравнению с расчетной нагрузки, применяемые материалы и т. д.

Износ уплотнений – наиболее частая причина выхода ГЦ из строя.

По конструкции уплотнительные устройства делятся на контактные и бесконтактные. Контактные уплотнения обеспечивают более высокий уровень герметизации, однако в них большие потери на трение, износ, сравнительно низкая долговечность. Бесконтактные уплотнения характеризуются более сложными проблемами с обеспечением герметичности, однако их преимуществом является невысокое трение,

соответственно более высокий КПД, уменьшенный износ, охлаждение гидроцилиндра в процессе работы, более высокий срок службы.

В качестве материалов для уплотнений применяются металлы (сплавы) и неметаллы. В качестве металлов применяются стали, цветные металлы-бронзы, латуни, баббиты, чугуны, металлокерамика и т. п.

Значительный более широкий выбор для изготовления уплотнений неметаллов: резины разных сортов, прорезиненная сталь, различные по свойствам полиуретаны, полиамиды, фторопласты, композитные материалы и т. п. [1].

Если сравнивать различные виды уплотнений с учетом утечек (рис. 1) и сил трения (рис. 2) при работе, то по существующим методикам сравнения [2] наиболее перспективными для заданного давления являются комбинированные кольца (фторопласт-резина) [3].

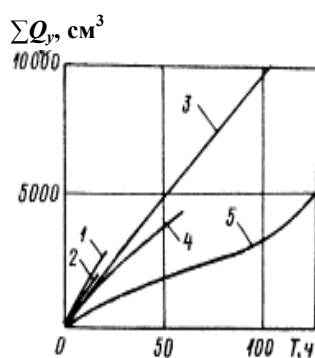


Рис. 1. Кривые суммарных утечек жидкости при работе: 1 – кольцо круглого сечения с шайбой из фторопласта при $P = 300 \text{ кгс/см}^2$ (поршень); 2 – малогабаритная манжета при $P = 500 \text{ кгс/см}^2$ (поршень); 3 – кольца круглого сечения при $P = 100 \text{ кгс/см}^2$ соответственно для штока и поршня; 4 – кольцо круглого сечения при $P = 300 \text{ кгс/см}^2$ (поршень); 5 – кольцо комбинированное (фторопласт-резина) при $P = 200 \text{ кгс/см}^2$

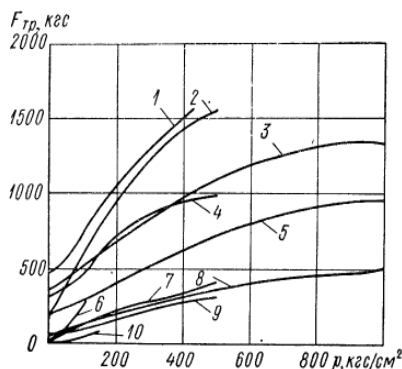


Рис. 2. Изменение значений силы трения в уплотнениях в зависимости от давления запираемой жидкости: 1 – две шевронные манжеты (ГОСТ 9041-59); 2 – одна манжета (ГОСТ 6969-54) плюс две шевронные манжеты (ГОСТ 9041-59); 3 – дифференциальное уплотнение из полиамида 68Н; 4 – одна манжета (ГОСТ 6969-54); 5 – дифференциальное уплотнение из резины 9088; 6 – три чугунных поршневых кольца; 7 – два кольца круглого сечения; 8 – дифференциальное уплотнение из фторопласта-4; 9 – комбинированное уплотнение фторопласт-резина; 10 – две малогабаритные манжеты плюс кольцо круглого сечения

В результате эксплуатационных исследований [2] были определены значения утечек и КПД в соответствии с видом уплотнения (см. таблицу).

Зависимость КПД и утечек жидкости от вида уплотнения

Уплотнение	Класс негерметичности	Утечки, см ³ /м ²	КПД, %
Шток и поршень, шевронные уплотнения	2–2	$2 \cdot 10^{-2}$	96
Шток и поршень, комбинированные уплотнения	3–1	1	98
Уплотнение поршня и штока, шевронное с большим ресурсом	4–2	50	94
	3–2	5	94
Уплотнение поршня и штока, комбинированное с большим ресурсом	2–2	$2 \cdot 10^{-2}$	95

Эксплуатационные свойства уплотнений (герметичность, плавность скольжения, минимальные силы трения, безотказность, срок службы) существенно зависят от точности и качества выполнения посадочных мест и диаметров сопрягаемой пары возвратно-поступательного движения (рис. 3), т. е. основное значение имеют [4]:

- 1) конфигурация и размеры канавок;
- 2) отклонения формы и расположения поверхностей;
- 3) зазор между поверхностями уплотняемых деталей;
- 4) качество поверхностей гильзы, штока.

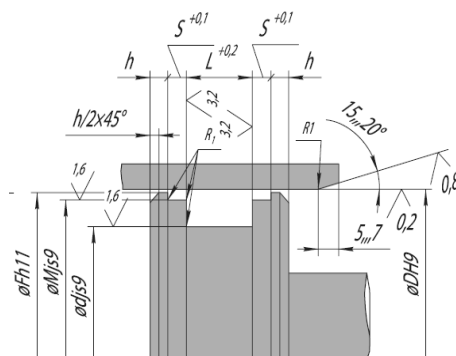


Рис. 3. Требования к местам установки уплотнения

Закключение. Для обеспечения современного уровня надежности и долговечности гидроцилиндров в условиях повышения давления необходимо применять комплекс мер, в том числе современные уплотнения, выполнять требования к их местам установки. Наиболее удовлетворяющим условиям эксплуатации обладают комбинированные уплотнения (фторопласт–резина) с высоким КПД 98 %, что приводит к уменьшению сил трения и при высоких давлениях обеспечивает долговечность эксплуатации гидроцилиндров.

Литература

1. Уплотнения и уплотнительная техника : справочник / Л. А. Кондаков [и др.] ; под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.

2. Уплотнения для гидравлики и пневматики. Каталог продукции фирмы Seal Jet Ukraine. – Запорожье, 2008. – 4 с.
3. Роганов, Л. Л. Развитие классификации регулируемых щелевых уплотнений / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова // Вісн. ДДМА. – Краматорськ, 2005. – № 1. – С. 69–72.
4. Уплотнения для гидравлики и пневматики. Каталог продукции фирмы «РУСЬ». – Россия, 2014.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КУЗОВА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

С. Н. Ашуркова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель Д. Я. Антипин

В исследованиях напряженно-деформированного состояния несущей конструкции кузова пассажирского вагона применяются различные методы, наиболее распространенными среди которых являются стендовые натурные испытания и математическое моделирование.

Стендовые натурные испытания имеют важное значение для исследования конструкции, обеспечивая высокую точность получаемых результатов, но требуют детального воспроизведения эксплуатационных режимов работы вагона с применением дорогостоящего стендового оборудования и многоканальных тензометрических станций, позволяющих получить данные в достаточном объеме.

Наибольшее распространение получили методы теоретической оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций кузова пассажирского вагона, позволяющие в относительно короткие сроки с минимальными трудовыми и материальными затратами спроектировать и описать поведение конструкции в соответствии с граничными условиями. Математическое моделирование позволяет оперативно вносить изменения в конструкцию исследуемого вагона, но в связи с использованием упрощенных расчетных схем, происходит накапливание погрешности в результатах измерения. Теоретическая оценка напряженно-деформированного состояния несущей конструкции основывается на использовании метода конечных элементов.

В настоящее время существует значительное количество программных комплексов, обеспечивающих создание детализированных конечно-элементных моделей и их расчет. Их главным преимуществом является наличие модуля, позволяющего с минимальной трудоемкостью формировать конечно-элементные модели на основе разработанных пространственных геометрических моделей посредством автоматической генерации сеток. Одним из таких программных комплексов трехмерного проектирования, работа которого основана на использовании метода конечных элементов, является Siemens PLM Software NX с модулем инженерных расчетов Advanced Simulation [1].

Поскольку несущая конструкция кузова пассажирского вагона представляет собой тонкостенную цилиндрическую подкрепленную оболочку, исследования ее напряженно-деформированного состояния целесообразно проводить с использованием пластинчатых или пластинчато-стержневых расчетных схем [2].

При использовании пластинчато-стержневых расчетных схем элементы подкрепляющего набора кузова представляются двухузловыми стержневыми конечными элементами, а листы обшивки моделируются изотропными или ортотропными

(в случае необходимости описания поведения гофрированной обшивки) трех- или четырехузловыми пластинчатыми элементами.

Достоинством пластинчато-стержневых расчетных схем является снижение количества степеней свободы конечно-элементной модели по сравнению с пластинчатыми, а также трудоемкости подготовки модели. Соответственно использование пластинчато-стержневых расчетных схем позволяет уменьшить время, затрачиваемое на проведение расчетов, и снизить требования к применяемой вычислительной технике. Одним из важных ограничений пластинчато-стержневых конечно-элементных расчетных схем является отсутствие возможности адекватно описывать локальное напряженно-деформированное состояния в зонах соединения подкрепляющих элементов между собой, а также адекватно учитывать особенности нагружения и закрепления несущей конструкции при проведении исследований [3].

Указанные ограничения отсутствуют при использовании пластинчатых расчетных схем. Однако при их использовании адекватность получаемых результатов в значительной степени зависит от степени дискретизации модели и, в частности, от размера и параметров используемых при исследовании пластинчатых конечных элементов. Степень дискретизации модели также неразрывно связана с количеством степеней свободы конечно-элементной модели, трудоемкостью ее подготовки и требуемыми вычислительными возможностями компьютерной техники [4].

При создании пластинчатой конечно-элементной модели несущей конструкции кузова пассажирского вагона размер конечных элементов определяется минимальным размером конструктивных элементов, учет работы которых необходим при проведении исследования, а также потребностью в объеме точек несущих элементов, в которых необходимо получать в результате расчета параметры напряженно-деформированного состояния.

В работе в качестве объекта для исследования принята несущая конструкция кузова пассажирского вагона модели 61-4447 производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод».

Исследования напряженно-деформированного состояния рассматриваемой несущей конструкции кузова проводились с использованием двух типов конечно-элементных расчетных схем: пластинчатой и пластинчато-стержневой.

Обе схемы созданы на основе геометрической твердотельной модели несущей конструкции кузова вагона.

Пластинчатая конечно-элементная модель кузова сформирована 149 тыс. трех- и четырехузловыми конечными элементами, объединенными в 139 тыс. узлах (рис. 1).

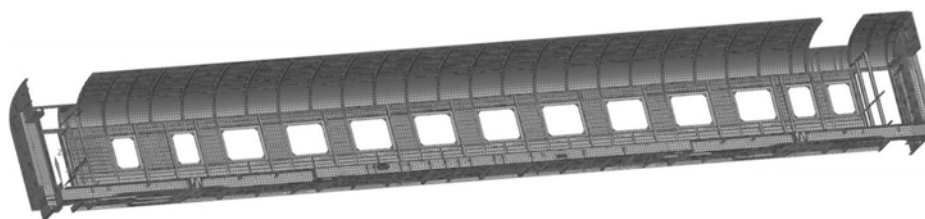


Рис. 1. Пластинчатая конечно-элементная модель кузова вагона (продольное вертикальное сечение)

Пластинчато-стержневая расчетная схема сформирована 12,7 тыс. стержневых конечных элементов, описывающих работу подкрепляющего набора кузова, и 87 тыс. пластинчатых элементов, моделирующих листы обшивки.

Закрепление в пространстве конечно-элементных расчетных схем осуществлялось введением в соответствующие узлы связей в соответствии со схемами, рекомендованными [5]. Нагружение конечно-элементных моделей осуществлялось в соответствии со схемами нагружения, используемыми при проведении натуральных прочностных стендовых испытаний кузовов пассажирских вагонов.

Адекватность результатов, получаемых с использованием разработанных конечно-элементных моделей, оценивалась путем их сопоставления с данными натуральных прочностных стендовых испытаний. В результате проведенных расчетов получены напряжения в основных несущих элементах для трех видов нагружения: вертикального от собственного экипированного веса и веса пассажиров и продольных растягивающих и сжимающих усилий величиной 1,5 и 2,5 МН соответственно.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод об удовлетворительном качественном и количественном соответствии расчетных данных данным натуральных экспериментов, проведенных в ЗАО НО «Тверской институт вагоностроения». Наибольшее расхождение результатов расчетов, полученных с использованием пластинчато-стержневой расчетной схемы, с данными натуральных экспериментов получены для крыши вагона и составляют 22 %. При использовании пластинчатой расчетной схемы наибольшие различия зафиксированы для несущих элементов боковой стены и их величина не превысила 20 %.

Таким образом, обе рассматриваемые в работе расчетные схемы могут быть использованы для анализа напряженно-деформированного состояния несущей конструкции кузова пассажирского вагона. Применение пластинчато-стержневой схемы приводит к получению менее точных результатов по сравнению с пластинчатой, но при этом позволяет снизить трудоемкость подготовки модели и требования к вычислительным возможностям компьютерной техники. В связи с этим подобные модели целесообразно использовать для предварительных и поисковых расчетов, направленных на выбор наиболее рациональной конструкции несущей системы вагона.

Использование пластинчатых схем целесообразно при проведении проверочных расчетов, направленных на подтверждение прочности и безопасности несущей конструкции, принятой в качестве основной при проектировании. Это связано с более высокими требованиями к временным и вычислительным ресурсам на проведение расчетов. При этом пластинчатые модели расширяют перечень возможных направлений исследования, обеспечивая возможность уточненного анализа местного напряженно-деформированного состояния в геометрически сложных узлах несущей конструкции вагона.

Литература

1. Гончаров, П. С. NXAdvancedSimulation. Инженерный анализ / П. С. Гончаров. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
2. Выбор рациональной конструкции двухслойной обшивки боковых стен пассажирских вагонов / А. М. Высоцкий [и др.] // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 4 (44). – С. 8–11.
3. Ашуркова, С. Н. Исследование влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели / С. Н. Ашуркова, А. М. Высоцкий, Д. Я. Антипин // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов III Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : ИННОВА, 2015. – С. 849–852.
4. Высоцкий, А. М. Обоснование методики моделирования двухслойной обшивки боковых стен кузовов пассажирских вагонов при анализе их нагруженности / А. М. Высоцкий, В. В. Кобищанов, Д. Я. Антипин // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та. – 2013. – № 3 (39). – С. 10–13.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВАЛЬЦОВ ПОЧАТКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ КОМБАЙНА ПОЧАТКОУБОРОЧНОГО КП-4

Ю. В. Булавко

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

Научный руководитель В. Б. Попов

На современном этапе развития машиностроения перед сельскохозяйственной техникой стоит задача разработки машин, позволяющих обеспечить максимальное сбережение сырьевых, топливных и энергетических ресурсов на этапах производства, переработки и использования сельскохозяйственной продукции. В работе исследуется возможность снижения металлоемкости початкоочистительного устройства початкоуборочного комбайна КП-4 при сохранении таких важных факторов как надежность, долговечность устройства и низкая себестоимость продукции.

КП-4 предназначен для уборки початков кукурузы в стадии полной спелости зерна влажностью до 25 % с выполнением следующих технологических операций: срез стеблей с измельчением и разбрасыванием по полю листостебельной массы; отделение початков от стеблей, очистка початков от оберток, сбор очищенных початков в бункере. Устройство початкоочистительное предназначено для очистки початков от оберток и сепарации вылущенного зерна из вороха оберток. Очистительные устройства состоят из очистительного аппарата, прижимного и очистительного устройств.

Аппарат початкоочистительный включает в себя пять групп очистительных вальцов (в каждой группе по два металлических и два резиновых вальца). Вальцы вращаются навстречу друг другу, образуя при этом очищающую пару. Силы трения, возникающие между поверхностями початка кукурузы и вращающихся вальцов, отслаивают обертки на початке. Прорезиненные вальцы состоят из набора втулок, представляющих из себя гребенку, которая обдирает вспушенную обертку с початка. Металлические вальцы выполнены в форме спирали и служат для протягивания початка по желобу, а также для распушивания обертки на початке.

В работе произведем расчет чугунного вальца початкоочистительного устройства КП-4 для определения оптимальных параметров сечение вальца.

В качестве материала для вальца был выбран высокопрочный чугун ВЧ45. Он обладает хорошей жидкотекучестью с возможностью получить отливку с тонкими стенками. Если металл растекается медленно, то из него тонкостенная отливка не получится: он застынет, прежде чем заполнятся все извилины формы. По сравнению с серыми чугунами, механические свойства высокопрочного чугуна выше.

На рис. 1 представлена 3D-модель чугунного вальца с цапфами.

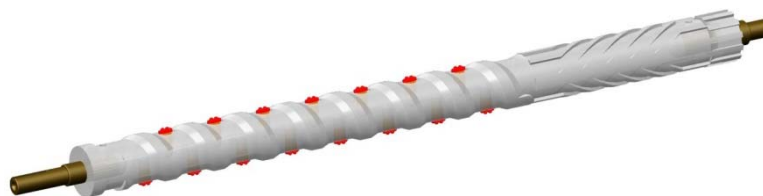


Рис. 1. Модель чугунного вальца с цапфами

Для определения оптимального внутреннего диаметра отверстия выполним прочностной расчет цельного вальца для случая попадания початка кукурузы между парой валцов, заклинивании чугунного вальца и срабатывании предохранительной муфты, настроенной на момент $M_{KP} = 380$ Нм.

Для расчета принята модель чугунного вальца в сборе, закрепленная в неподвижных опорах на цапфах (рис. 2).

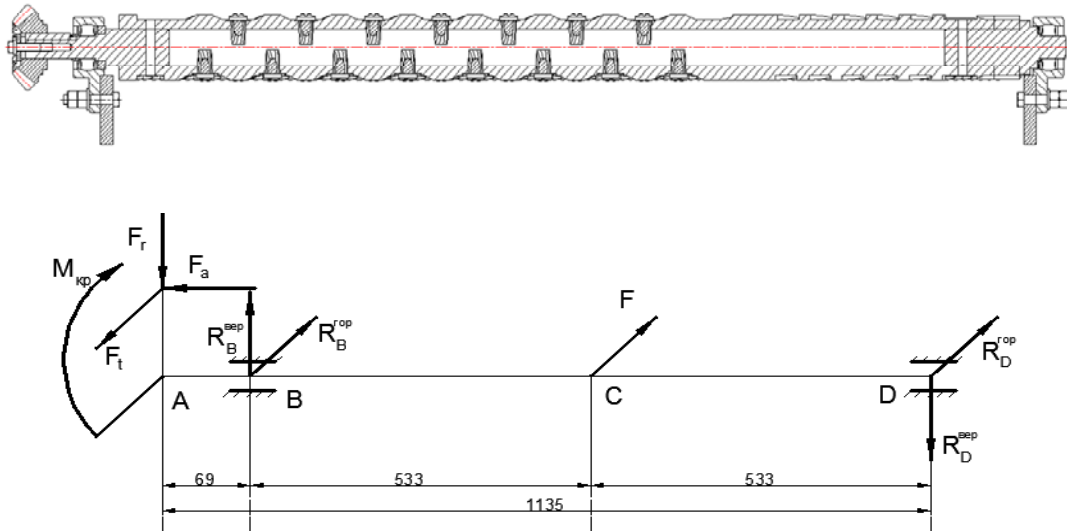


Рис. 2. Расчетная схема вальца

При расчете чугунного вальца початкоочистительного устройства будем исходить из следующих исходных данных:

- диаметр вальца $d = 71$ мм;
- момент срабатывания муфты $M_{KP} = 380$ Нм;
- угол делительного конуса конического колеса $\delta_1 = 45^\circ$;
- масса чугунного цельного вальца $m = 24,7$ кг;
- допускаемые напряжения материала при изгибе: $[\sigma] = 450$ МПа

Опасным сечением вальца будет являться сечение в точке C , так как в ней крутящий и суммарный изгибающий моменты имеют наибольшие значения:

$$M_x = 1792,3 \text{ Нм}; \quad M_y = 3,68 \text{ Нм}; \quad M_{KP} = 380 \text{ Нм}.$$

Используя четвертую гипотезу прочности (предельного состояния), найдем диаметр вальца:

$$\sigma_{\text{эkv}}^{\text{IV}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}, \text{ МПа},$$

где $\sigma_{\text{эkv}}^{\text{IV}}$ – эквивалентное напряжение, МПа; σ – предел выносливости материала при изгибе, МПа; τ – предел выносливости материала при кручении, МПа.

В сечении C крутящий момент по сравнению с изгибающим моментом мал. Поэтому расчет ведем по формуле

$$[\sigma] = \frac{M_{\text{экв}}}{W_X}, \quad W_X = \frac{\pi d^3}{32}.$$

Так как сечение вальца в критической точке C имеет сложное сечение, то расчет осевого момента инерции был выполнен в программе AutoCAD.

$$W_X = 21261 \text{ мм}^3.$$

Тогда

$$\sigma_{\text{расч}} = \frac{M_{\text{экв}}}{W_X} = \frac{1822,1 \cdot 10^3}{21261} = 85,7 \text{ МПа}.$$

Определим запас прочности:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\text{расч}}} = \frac{450}{85,7} = 5,2.$$

Для данных конструкций достаточно иметь двойной запас прочности. Тогда найдем осевой момент сопротивления при $n = 2$:

$$W_{X1} = \frac{M_{\text{пр}} \cdot 2}{[\sigma]} = \frac{1822,1 \cdot 10^3 \cdot 2}{450} = 8098 \text{ мм}^3.$$

Найдем разницу между осевым моментом сопротивления при $n = 5,2$ и $n = 2$:

$$W_{X2} = W_X - W_{X1} = 21261 - 8098 = 13163 \text{ мм}^3.$$

Тогда диаметр отверстия вальца найдем из выражения

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_{X2}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 13463}{3,14}} = 51,2 \text{ м}.$$

Для лучшей фиксации металлических зубьев принимаем диаметр отверстия вальца $d_{\text{отв}} = 47 \text{ мм}$.

На рис. 3 приведено распределение эквивалентных напряжений для полого вальца. Максимальные значения напряжений $\sigma = 239,9 \text{ МПа}$ наблюдаются в локальных точках на поверхности вальца и на цапфе. Локальные напряжения в данном случае не влияют на прочность вальца. Среднее значение напряжений, возникающих в конструкции $\sigma = 45 \text{ МПа}$, что ниже допускаемого значения $[\sigma] = 450 \text{ МПа}$. Цапфа изготовлена из стали 18ХГТ, термообработана, допускаемое напряжение для этой стали $[\sigma] = 1400 \text{ МПа}$.

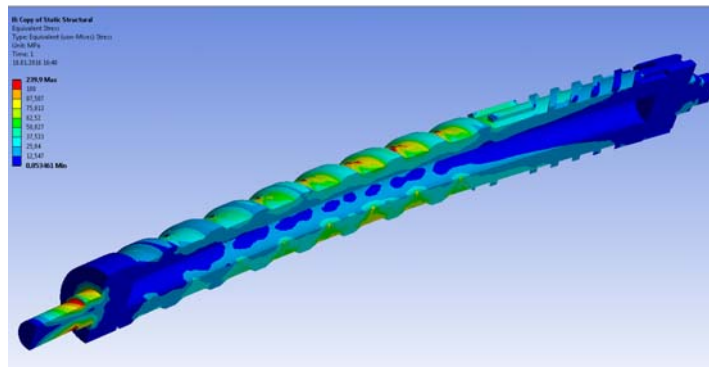


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений полого вальца

В результате можно сделать вывод, что полый валец является оптимальным для данного початкоочистительного устройства. Полый валец выдерживает такие же нагрузки, как и цельный валец, имеет меньшую массу (разница по массе 7 кг). Так как в конструкции початкоочистительного устройства таких вальцов 10, то экономия металла составляет 70 кг, что снижает расход металла при изготовлении вальцов, облегчает данный узел и является одной из главных задач при разработке и выпуске сельскохозяйственной техники.

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ «3D-БИБЛИОТЕКА ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

И. А. Величкевич

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

Научный руководитель М. П. Кульгейко

3D-библиотека деталей штампов предназначена для создания трехмерных сборок, детализированных чертежей и спецификаций штампов холодной листовой штамповки.

Библиотека содержит параметрические трехмерные модели стандартных деталей штампов, элементов фиксации, крепежных элементов и т. д. Эти элементы конструкций штампов (объекты штампов) наиболее часто применяются при проектировании штампов холодной листовой штамповки. Для всех объектов штампов в Библиотеке содержатся таблицы стандартных значений размерных параметров в соответствии с рекомендациями ГОСТ.

Принцип работы библиотеки построен на интуитивном диалоговом процессе. Для проектирования штампа в окне детали, выполненной при помощи команд «Листовое тело», запускаем библиотеку «3D-библиотека деталей штампов». После чего при проектировании штампа для вырубной операции производим развертку детали, создаем расположение развертки на материале (полосе), при помощи команды «Заплата» создаются заплата на месте всех отверстий. После чего на рабочем окне библиотеки выбирается команда «Пуансон» и создаются пуансоны на месте всех заплаток, выбирается их расположение и крепление. После этого в команде «Пакет» выбирается тип пакета (гибка, вырубка), марка материала и штамповое оборудование, фиксация полосы, направляющие колонки и втулки, их количество и располо-

жение, хвостовик. После чего производится проектирование штампа за счет команды «Проектировать». В результате производится генерация параметрических моделей всех деталей штампа и его сборки.

При необходимости спроектировать гибочный штамп повторяем операции вплоть до команды «Разместить», после которой при помощи команд поверхностей создаем поверхность пуансона и выталкивателя по фантомам детали и развертки. После чего выделяем получившиеся поверхности и запускаем команду «Пуансон». После редактируем свойства пуансонов и выталкивателя в команде пуансоны, выбирая из соответствующих вкладок их расположения, крепление и назначение. В команде «Пакет» выбираем «Гибка» и повторяем те же действия, что и при проектировании штампа для вырубki.

Программа автоматически просчитывает необходимые зазоры между пуансоном и матрицей, их взаимное расположение, при заданном шаге заготовки образует отверстия под бражки, располагает крепежные отверстия на верхней и нижней плитах штампа, устанавливает направляющие колонки и втулки, располагает все крепежные изделия.

В результате получается готовая 3D-модель штампа и его деталей (рис. 1 и 2), что без труда позволяет сделать автоспецификацию и чертежи с каждой отдельной детали и штампа в целом.

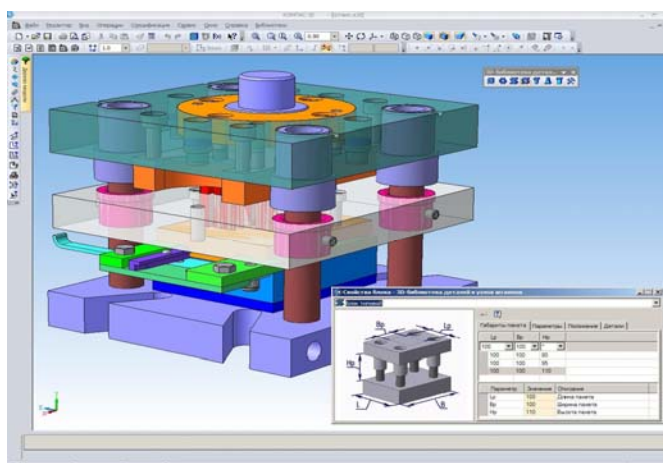


Рис. 1. Готовая 3D-модель штампа

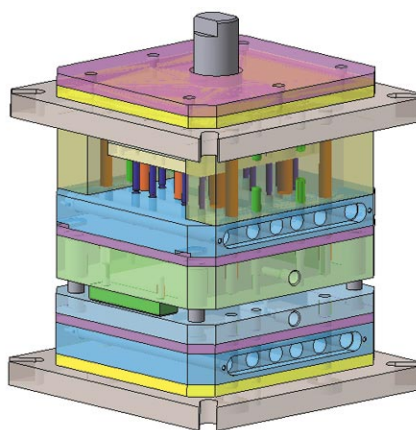


Рис. 2. Компаундный штамп

За счет использования Библиотеки существенно повышаются скорость выпуска и качество документации. Из объектов штампов, которые содержатся в Библиотеке, можно сформировать любую сборку штампа.

Проектирование штамповой оснастки с использованием библиотеки позволяет создавать базу данных, наполнять ее и использовать для поиска и изучения аналогичных проектов в последующем проектировании. Использование параметрического черчения эскизов 3D-моделей позволяет быстро и эффективно доработать трехмерную модель штампа и связанные с ней чертежи, что значительно повышает скорость и качество проектирования.

При формировании сборки для каждого объекта штампа, выбранного из Библиотеки, можно:

- выбирать стандартные значения размерных параметров из таблиц;
- изменять стандартные значения размеров на нестандартные;
- использовать пакеты штампов, выполненные согласно ГОСТ 15861–81;
- создавать системы деталей штампа;
- вводить нестандартные значения размерных параметров (при отсутствии таблиц стандартных значений);
- определять положение объектов в сборке;
- создавать объекты и записи спецификации;
- формировать детализованные чертежи;
- редактировать значения размерных параметров, координаты расположения объектов в сборке, записи спецификации;
- отключать модели деталей от библиотеки с целью редактирования средствами КОМПАС-3D;
- автоматически создавать отверстия в объектах при врезании в них других объектов сборки;
- отображать отверстия, созданных в сборке, на детализованных чертежах;
- базировать вставляемый объект относительно других объектов сборки с использованием сопряжений между ними;
- поворачивать объекты вокруг трех осей с возможностью ввода числовых значений углов поворота.

Достоинства Библиотеки:

- широкий номенклатурный состав деталей и элементов конструкций штампов (300 моделей);
- использование пакетов штампов и систем деталей;
- свойства объектов сборки можно редактировать в любое время работы;
- объекты в сборке и на детализованных чертежах автоматически перестраиваются по результатам редактирования;
- записи спецификации автоматически обновляются по результатам редактирования объектов в сборке;
- в Библиотеке предусмотрена возможность использования справочника материалов ЛОЦМАН:Материалы и сортаменты;
- для файла базы данных Библиотеки можно выбрать формат хранения (СУБД Microsoft® SQL Server 2000 или Microsoft® Access);
- библиотека может работать в локальной сети (т. е. одно хранилище базы данных может использоваться несколькими пользователями).

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ГЛУБИННОГО ПРОБООТБОРНИКА С ОДНОВРЕМЕННЫМ ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВОГО ФЛЮИДА

Р. Е. Гутман

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

Научный руководитель В. М. Ткачев

Физико-химические свойства флюидов необходимы для подсчета запасов углеводородов, а также для расчетов при проектировании, разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений [1]. В настоящее время без проведения анализа скважинных проб пластовых флюидов и гидродинамических испытаний скважин (ГДИС) на неустановившихся режимах фильтрации невозможно определение точных характеристик коллекторов и разработка проектов по заканчиванию скважин с целью достижения наибольшей эффективности добычи [2].

В большинстве случаев физико-химические свойства глубинных флюидов определяются экспериментальным путем на основании исследований проб пластовой нефти, извлекаемых из скважин с помощью специальных устройств – пробоотборников. Пробы, извлекаемые на поверхность с помощью этого оборудования, как правило, направляют на анализ во внепромысловые лаборатории.

Однако в промысловых условиях очень часто требуется провести экспресс-анализ пластовых флюидов для принятия оперативных решений. Ведущими производителями PVT-установок разработаны их мобильные варианты, которые отчасти решают некоторые проблемы, связанные с транспортировкой и т. п., однако они отличаются сложностью эксплуатации и высокой стоимостью [2].

Отчасти эту задачу решают аналитические методы, основанные на корреляционных зависимостях между физическими свойствами товарной нефти и ее свойствами в пластовых условиях [1].

Несмотря на преимущества аналитических методов (например, простота и оперативность получения результатов при использовании ЭВМ, относительная дешевизна методов, а также возможность определения зависимости некоторых свойств флюида от температуры), они все же имеют ряд существенных недостатков. Расчетные методы определения физико-химических свойств пластовых флюидов, выведенных для определенных нефтегазодобывающих районов, не рекомендуется использовать для других стратиграфических подразделений вследствие понижения точности расчета. Это вызвано тем, что существуют различия физико-химического состава флюидов, а также геолого-физических условий залегания продуктивных пластов в различных регионах. Вывод корреляционных зависимостей для того или иного месторождения или залежи требует наличия достаточно большого количества экспериментально полученных результатов о свойствах флюида в данном регионе, что является довольно затратным процессом на недавно открытых месторождениях.

С целью решения данных проблем был предложен метод, сущность которого заключается в определении физических свойств нефти непосредственно в скважине в процессе отбора пробы пластового флюида [3]. Такой подход позволит повысить экономичность и оперативность измерений, что достигается за счет снижения времени получения результатов анализа, а также ликвидации процессов рекомбинирования и стандартного PVT-анализа проб.

На рис. 1 показана принципиальная схема измерительного блока пробоотборника. Принцип работы измерительного модуля пробоотборника заключается в сле-

дующем: перед спуском в скважину средоразделительный поршень 3 отведен в крайнее верхнее положение.

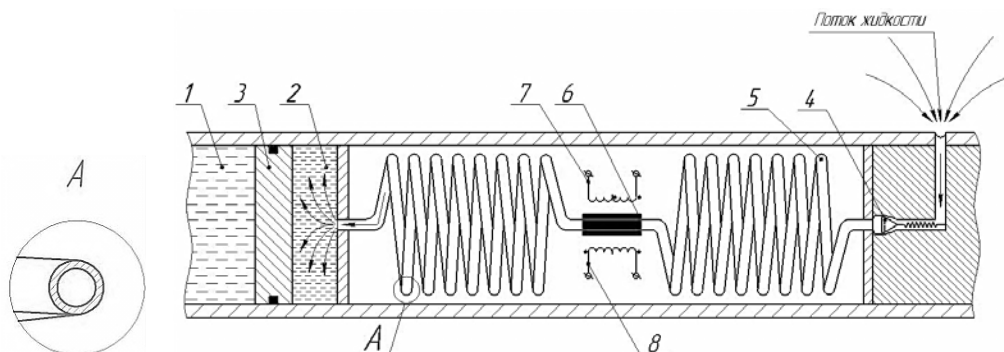


Рис. 1. Принципиальная схема измерительного блока пробоотборника:
 1 – балластная камера; 2 – пробоотборная камера; 3 – средоразделительный поршень; 4 – клапанный узел; 5 – капилляр; 6 – магнитный сердечник;
 7 – первичная обмотка дифференциального трансформатора;
 8 – вторичная обмотка дифференциального трансформатора

После спуска пробоотборника в скважину и поступления команды от модуля управления на исполнительный механизм отрывается клапанный узел 4 и под действием гидростатического давления скважины через капилляр 5 скважинный флюид перемещает средоразделительный поршень 3 и заполняет пробоотборную камеру 2, при этом, измеряется разность давлений Δp на входе и выходе капилляра 5. Объем балластной камеры, заполненной жидкостью или газом, изменяется в результате действия градиента давления, перемещающего средоразделительный поршень 3. Объем жидкости V , равный объему пробоотборной камеры 2, заполняющейся за время t через капилляр 5 при разности давлений на его концах Δp , может быть определен по формуле Пуазейля:

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p t}{8 \eta l}, \quad (1)$$

где r – радиус капилляра; Δp – разность давлений на входе и выходе капилляра; t – время заполнения пробоотборной камеры; η – динамическая вязкость скважинного флюида; l – длина капилляра.

Предварительно до погружения пробоотборника в скважину в той же последовательности проводят измерения с использованием эталонной жидкости, вязкость которой η_0 известна. Формула Пуазейля для эталонной жидкости

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p_0 t_0}{8 \eta l}. \quad (2)$$

Приравнивая выражения (1) и (2) определяют неизвестную вязкость η через известную η_0 :

$$\eta = \eta_0 \frac{t}{t_0} \frac{\Delta p}{\Delta p_0}. \quad (3)$$

По разности измеряемых давлений на входе и выходе капилляра 5 и времени заполнения пробоотборной камеры 2 вычисляют динамическую вязкость.

Измерение плотности основано на зависимости частоты колебаний от массы. Для этого на первичную обмотку 7 катушки индуктивности подают переменное напряжение изменяющейся частоты от источника переменного напряжения, что вынуждает магнитный сердечник 6 совершать линейные колебания, а на вторичной обмотке 8 регистрируют амплитуду колебаний магнитного сердечника. Изменяя частоту питания первичной обмотки, по амплитуде колебаний магнитного сердечника определяют резонансный период колебаний T , по которому определяют плотность скважинного флюида ρ по формуле

$$\rho = AT^2 - B, \quad (4)$$

где A и B постоянные прибора.

В подтверждение работоспособности предложенного метода проведено численное исследование описанной конструкции.

В качестве примера решалась задача по определению динамической вязкости трансформаторного масла Т-1500 ГОСТ 982-80, за эталонную жидкость принята дистиллированная вода, материал капилляра – алюминиевый сплав В95 ГОСТ 4784-97. По расчетам определялся массовый расход исходя из условия перетока через капилляр одинаковых объемов двух жидкостей за время 60 с. Расчет производился при температуре воды равной 20 °С, а температуре трансформаторного масла 70 °С.

Свойства обеих жидкостей и результаты расчетов приведены в таблице.

Параметры жидкостей для исследования динамической вязкости

Параметр	Вода	Масло трансформаторное Т-1500
Плотность, кг/м ³	997	850
Вязкость, мПа · с	0,8899	3,86
Массовый расход, кг/с	0,03	0,026
Градиент давления, МПа	0,328	1,393

Исходя из полученных градиентов давления расчетное значение динамической вязкости трансформаторного масла по формуле (3) составило 3,78 мПа · с, что на 2,1 % отличается от табличного значения.

При введении поправочных коэффициентов, учитывающих изменение параметров истекающего флюида в результате действия на него градиента давления, наличия в потоке других фаз и компонентов и т. п., можно повысить точность результатов.

С целью построения градуировочного графика для определения плотности и уточнения формулы (4) с помощью модального анализа исследована зависимость частоты колебаний капилляра от плотности флюида, находящегося в его полости. Плотность однофазной жидкой среды варьировалась в диапазоне от 0,5 до 1,05 г/см³. Полученный график представлен на рис. 2.

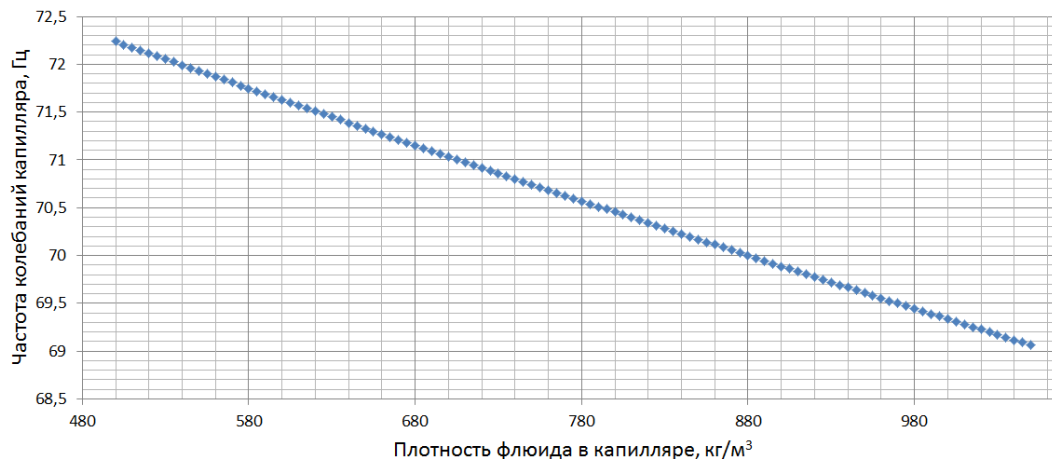


Рис. 2. Зависимость частоты колебаний капилляра от плотности флюида в его полости

Уравнение регрессии, наилучшим образом описывающее данную кривую, имеет вид:

$$\rho_f = 3,6677 f^2 - 691,451 f + 31310,14,$$

где ρ_f – вычисляемая плотность флюида, кг/м³; f – частота колебаний капилляра, Гц.

Исходя из модельных исследований, можно сделать вывод о достаточно высокой точности данного метода определения параметров вязкости и плотности скважинных флюидов.

Литература

1. О применении корреляционных зависимостей для определения физических свойств нефтей белорусских месторождений / И. Г. Мельников [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2016. – № 1. – С. 24–30.
2. Расширение спектра гидродинамических исследований скважин / А. Хани [и др.] // Нефтегазовое обозрение. – 2007. – Т. 19. – № 1. – С. 52–69.
3. Решение о выдаче патента на полезную модель от 19.11.2015 по заявке № u 20150364, МПК E21B 49/08. Глубинный пробоотборник / Ткачев В. М., Петрушенко В. И., Гутман Р. Е., Асвинов Р. В.; заявитель ГГТУ им. П. О. Сухого (BY) и ООО НПО «Союзнефтегазсервис» (RU).

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К. С. Карсеко

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

Научный руководитель Н. Г. Журавель

Одним из наиболее широко распространенных и обеспечивающих основную часть добычи нефти видов оборудования являются установки электроприводных центробежных насосов (УЭЦН). Среди основных факторов, приводящих к отказам УЭЦН при небольших наработках, преобладают солеотложение и засорение механическими примесями. Однако для скважин с длительным сроком работы оборудования возрастает доля отказов УЭЦН по причине коррозии оборудования. Коррозия оборудования связана с воздействием сразу нескольких факторов – повышением об-

водненности продукции скважин, увеличением выноса солей и механических примесей, повышением скорости движения пластовой жидкости, увеличением токов и напряжений в кабельных линиях и погружных электродвигателях. Поэтому повышение ресурса скважинного оборудования, в том числе УЭЦН, невозможно без защиты оборудования от коррозии. Однако для обоснования выбора методов защиты оборудования необходимо применение научных подходов при изучении видов и причин коррозии.

Коррозия приводит к миллиардным убыткам каждый год, и разрешение этой проблемы является важной задачей. Основной ущерб, причиняемый коррозией, заключается не в потере металла как такового, а в огромной стоимости изделий, разрушаемых коррозией, и стоимости проведения восстановительных операций. Еще больший ущерб могут составить косвенные потери: простой скважин, потери в добыче нефти и газа, нарушение в системе разработки месторождения.

Коррозионные процессы отличаются широким распространением и разнообразием условий и сред, в которых они протекают. Поэтому пока нет единой и всеобъемлющей классификации встречающихся случаев коррозии, хотя многие научные школы и различные фирмы используют различные классификаторы коррозионных поражений. В частности, по типу агрессивных сред, в которых протекает процесс разрушения, коррозию можно отнести к следующим типам: газовая коррозия, атмосферная коррозия, коррозия в неэлектролитах, коррозия в электролитах, подземная коррозия, биокоррозия, коррозия блуждающим током [1], [2].

По условиям протекания коррозионного процесса различаются следующие виды:

- контактная коррозия;
- щелевая коррозия;
- коррозия при неполном погружении;
- коррозия при полном погружении;
- коррозия при переменном погружении;
- коррозия при трении;
- межкристаллитная коррозия;
- коррозия под напряжением.

В соответствии с мировой практикой основными критериями оценки коррозионной агрессивности продукции скважин и закачиваемой в нефтяные пласты воды являются концентрация и парциальное давление кислых газов (углекислый, сероводород), концентрация растворенных солей, абразивных взвешенных частиц, тип водонефтяной эмульсии. Единой классификации коррозионной агрессивности сред в зависимости от конкретных значений этих критериев не разработано, но принято считать, что при парциальном давлении сероводорода до 0,0003 МПа и углекислого газа до 0,05 МПа среды являются безопасными для углеродистых сталей. В отсутствие растворенных газов агрессивность определяется содержанием анионов хлора, нитрита, сульфата.

Проблема коррозии составных частей погружного насосного агрегата в наших эксплуатационных скважинах, характеризующихся значительным содержанием высокоминерализованной пластовой воды, существует уже давно. Однако в последние годы она встала особенно остро, когда средняя наработка УЭЦН в скважине достигла, а затем превысила 1000 суток. Если раньше, при существенно меньших наработках, основными факторами приводящими к отказу УЭЦН были солеотложение и засорение механическими примесями, то с ростом наработки доля отказов УЭЦН по причине коррозии насосного оборудования неуклонно возрастает. При анализе базы подъемов подземного оборудования ШГН и ЭЦН за 2000–2015 гг. было замечено, что в 12 % случаев на различных частях оборудования присутствовала коррозия в той или иной степени.

Коррозия оборудования связана с воздействием сразу нескольких факторов:

- повышением обводненности продукции скважин;
- увеличением выноса солей и механических примесей;
- повышением скорости движения откачиваемой жидкости;
- увеличением токов и напряжений в кабельных линиях и погружных электродвигателях.

Анализ области коррозионного поражения показал, что вопреки расхожему заблуждению о том, будто коррозией поражается исключительно хвостовик ПЭД, коррозии может подвергаться как ПЭД целиком, так и отдельные его части. Так на скважине 52 Мармовичского месторождения был зафиксирован случай глубокой коррозии как верхней, так и хвостовой части ПЭД, в то время как центральная часть корпуса практически не подверглась коррозии.

Проблема коррозии скважинного нефтепромыслового оборудования в последнее время стала весьма актуальной и для ведущих нефтедобывающих компаний России. В связи с этим появилось много публикаций, посвященных анализу коррозионного износа УЭЦН и выявлению наиболее важных факторов такого износа.

Первой и наиболее четко выраженной корреляционной зависимостью является зависимость интенсивности коррозии от скорости газожидкостной откачиваемой смеси (ГЖС). Максимальных значений эта скорость достигает в кольцевом зазоре между стенкой обсадной колонны и корпусом ПЭД. Поэтому чем меньше внутренний диаметр обсадной колонны в зоне подвески насоса, чем больше наружный диаметр ПЭД и выше производительность ЭЦН, тем сильнее коррозионный износ ПЭД при одном и том же составе откачиваемого флюида. Отмечается, что с учетом выделения газов средняя скорость потока ГЖС на некорродирующем фоне не превышает 5 м/с, а на сильно корродирующем достигает 11 м/с.

Вторым значимым фактором, способствующим развитию аномально высокой коррозии подвесного оборудования, является работа ЭЦН в области давлений ниже давления насыщения. Интенсивное разгазирование скважинных флюидов в зоне подвески ЭЦН приводит к выпадению на поверхности металла карбонатных осадков и их местному стохастическому удалению в результате кавитационных процессов при образовании и схлопывании на поверхности металла газовых пузырьков. Это вызывает образование гальванопар и развитие локальной коррозии с аномально высокими скоростями.

Скорость кавитационного износа прямо пропорциональна квадрату скорости потока, поэтому увеличение скорости ГЖС в два раза приводит к четырехкратному возрастанию скорости кавитационного износа.

Дополнительную коррозионную угрозу представляют отдельные технологические жидкости, применяемые при ГТМ: кислотные составы, тяжелые растворы глушения, содержащие хлорид- и нитрат-ионы. В условиях пластовых давлений и температур, при смешении с пластовыми жидкостями и газами, их коррозионная агрессивность многократно возрастает. Коррозионная агрессивность неингибированных 10–20%-ных растворов соляной кислоты при температурах 80–90 °С может достигать 1000 мм/год и более. Одновременное присутствие нитрат- и хлорид-ионов инициирует питтинговую коррозию. Закачка ингибиторов солеотложений через затруб может привести к электрокоррозии брони кабеля и корпуса НКТ при попадании ИСО между кабелем и НКТ.

Традиционные способы снижения коррозии – это ингибиторная защита, электрохимическая защита, защитные покрытия и коррозионностойкие материалы. Ингибиторная защита, как правило, используется как превентивная мера до внедрения

других способов защиты. Следует отметить, что традиционные технологии ингибиторной защиты скважинного оборудования, такие как закачка ингибитора через затруб или дозирование по капиллярным трубкам, в данном случае малоэффективны. Так, при закачке через затруб ингибитор не сможет достичь и защитить ПЭД, так как он находится ниже уровня приема насоса. При дозировании реагента по капиллярной трубке ее спуск на глубину подвески 2000 м и более по искривленным скважинам с узким кольцевым зазором между корпусом УЭЦН и эксплуатационной колонной несет в себе риск защемления канала или его перетирания с нарушением герметичности. К перспективным ингибиторам можно отнести бинарные, т. е. имеющие две составляющие, которые при смешивании активизируются и образуют защитную пленку. Такие ингибиторы коррозии служат в 2–4 раза дольше по сравнению с обычными нефте- и вододиспергируемыми. Также неплохие результаты дает применение капсулированных ингибиторов коррозии. По сравнению с обычными ингибиторами капсулированный реагент обеспечивает более длительный и плавный вынос из скважины. Так или иначе, ингибиторы коррозии представляются практически безальтернативным и эффективным средством снижения коррозионной агрессивности используемых при ГТМ технологических жидкостей. К примеру, в пластовых условиях при температурах от 50 до 90 °С, коррозионная агрессивность раствора соляной кислоты возрастает в 10–100 раз по сравнению с нормальными условиями (20 °С).

Успешную борьбу с коррозией в связи со сложными и разнообразными запросами современной техники уже невозможно проводить на основе чисто экспериментального подбора новых устойчивых металлических материалов и методов их защиты. Необходимо наряду с чисто практическими мероприятиями по борьбе с коррозией всемерно развивать комплексные научные исследования коррозионных явлений. Несомненно, что только путем изучения основных закономерностей коррозионного процесса можно глубже понять природу многих сложных случаев практической коррозии, прогнозировать коррозионное поведение металлических систем в реальных условиях эксплуатации и разработать наиболее эффективные меры борьбы с коррозионным разрушением [3].

Литература

1. Ивановский, В. Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее / В. Н. Ивановский // Коррозия ТНГ. – 2011. – № 1.
2. Даминов, А. А. Коррозия подземного оборудования добывающих скважин, оборудованных УЭЦН / А. А. Даминов // Территория Нефтегаз. – 2009. – № 8.
3. Коррозия и защита металлов. Часть 1. Химическая коррозия металлов / Н. А. Азаренков [и др.]. – Харьков : ХНУ, 2007.

ОБОСНОВАНИЕ АКТИВАТОРА СОЛОМОТРЕСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ СОЛОМИСТОГО ВОРОХА

В. Ф. Ковалевский

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель А. В. Клочков

Важной задачей совершенствования зерноуборочных комбайнов является повышение производительности и снижение потерь зерна. Этому в наиболее полной мере может способствовать конструкция пружинно-пальцевого активатора соломотреса (рис. 1).

На клавишах соломотряса 1 имеются каскады длиной L_k , расположенные под углом α . Пружинные пальцы 2 активатора прикреплены болтовыми соединениями 3 к вертикальным плоскостям на местах окончания каскадов. Пальцы 2 имеют различную длину и количество витков пружины 4.

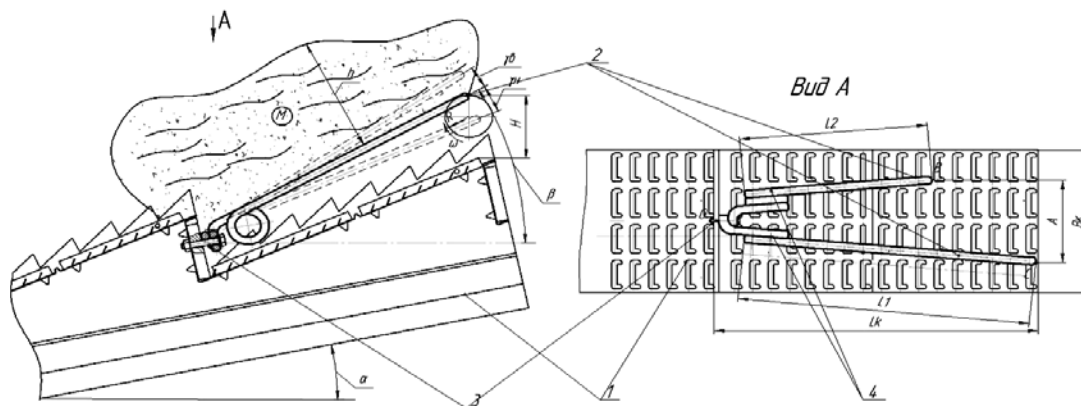


Рис. 1. Пружинно-пальцевый активатор соломотряса:
1 – каскад клавиши; 2 – палец; 3 – болтовое соединение; 4 – пружина

При работе соломотряса клавиши 1 совершают круговые движения, определяемые радиусом кривошипа R приводного вала. Прикрепленный к клавишам активатор также совершает круговое движение радиусом R , однако за счет упругости пальцев и действия на них соломистой массы M прутки при колебаниях отклоняются от исходного положения на угол $\pm\gamma$, а также в стороны. За счет установки пальцев под углом β расположенная на клавишах масса приподнимается, а за счет колебаний пальцев дополнительно разрыхляется, увеличивая сепарацию находящихся в ней зерен.

Основными параметрами данной конструкции являются размеры используемых пальцев, углы их расположения относительно клавиш, а также характеристики пружины. При выборе угла β основным требованием является несгруживание соломистой массы перед прутами. Это условие можно определить исходя из теории клина [1], который образует установленный на клавише палец.

Определим значения угла трения соломистой массы по поверхности пальца. Значение коэффициента трения примем в соответствии с используемым материалом (пружинная сталь) и согласно [4] он составляет 0,37, при этом угол трения $\varphi = \arctg 0,37 = 20,3^\circ$.

На работу пружинно-пальцевого активатора влияют характеристики соломистого вороха: высота и скорость движения. В результате теоретических исследований рассчитали высоту и скорость движения соломистого вороха, а затем произвели экспериментальные замеры и установили основные пределы изменения данных параметров.

Средняя скорость продольного движения соломы равна [2], [3]:

$$v_{my} = \frac{2}{\pi} \sqrt{rgk},$$

где r – радиус коленчатого вала соломотряса, м; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; k – показатель кинематического режима.

Толщина соломистого вороха зависит от урожайности убираемой культуры, влажности, вида культуры. При этом толщина вороха будет оказывать решающее значение на процесс выделения зерна. Толщина соломистого вороха определяется выражением [3], [4]:

$$H = \frac{(1-\beta)q_c}{B_c \gamma_c u_c},$$

где β – коэффициент содержания зерна в соломистой массе [1]; γ_c – объемный вес соломы, находящейся на соломотрясе, кг/м^3 ; q_c – пропускная способность соломотряса, кг/с .

Опыты по определению высоты и скорости движения соломистого вороха на клавишах соломотряса зерноуборочного комбайна проводились в СПК «Мазоловский» Мстиславского района 17 августа 2015 г. при уборке озимой тритикале зерноуборочным комбайном КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12», так как высота стеблестоя данной культуры максимальная среди убираемых в хозяйстве. Исследования проводились на поле с урожайностью зерна 45 ц/га.

При проведении опытов в производственных условиях на зерноуборочном комбайне до выезда в поле был снят лючок, который расположен над соломотрясом возле двигателя. Это позволило на боковине данного лючка 1 установить веб-камеру 2 и подсоединить ее через кабель 3 к ноутбуку 4, а на противоположной стороне от веб-камеры 2 на боковине 7 под углом 90° относительно поверхности клавиш 5 жестко устанавливалась линейка 6 с креплением к боковине комбайна (рис. 2).



Рис. 2. Устройства для фиксации высоты слоя и скорости движения соломистой массы по соломотрясу:

1 – лючок; 2 – веб-камера; 3 – кабель; 4 – ноутбук; 5 – клавиша;
6 – линейка; 7 – боковина

На клавишах соломотряса фиксация высоты слоя осуществлялась с помощью веб-камеры 2, которая направлялась на линейку 6. При прохождении соломы по клавишам 5 изменяется высота слоя соломы относительно линейки 6, данные изменения фиксирует веб-камера 2, которая через кабель 3 передает информацию на ноутбук 4, где происходила видеозапись процесса. Также для съемки применялся цифровой фотоаппарат, что позволяло делать снимки устройства, а также дополнительно снимать видео с другого ракурса.

При анализе снятых видеоматериалов установлено, что высота слоя соломы на соломотрясе изменяется в пределах от 0,35 до 0,49 м. Важно отметить, что после прохода зерноуборочного комбайна параметры валка, в частности его высота, соответствуют с отклонением ± 3 мм высоте слоя соломистого вороха на клавишах соломотряса в период работы.

Увеличение высоты слоя соломистого вороха на соломотрясе с увеличением пропускной способности объясняется тем, что чем выше пропускная способность, тем больше подается массы соломы на соломотряс. Можно отметить, что увеличение слоя соломы на соломотрясе приведет к тому, что будет затруднено выделение зерна сквозь решетку соломы, а это в свою очередь приведет к увеличенным потерям зерна за соломотрясом.

Средняя скорость движения соломистого вороха находится в пределах 0,36–0,38 м/с, наблюдается также участок с постоянной скоростью 0,37 м/с. Данные пределы изменения скорости движения соломистого вороха соответствуют полученным ранее в лабораторных опытах. Среднеквадратическое отклонение скорости движения соломистого вороха составляет около 0,02 м/с.

В результате проведения теоретических и экспериментальных исследований установили следующие основные параметры пружинно-пальцевого активатора и соломистого вороха:

- угол установки пальцев активатора не должен превышать критического угла трения 20,3°;
- высота слоя соломы на соломотрясе изменяется в пределах 0,35–0,49 м (среднее 0,41 м);
- высота слоя соломы в валке и на клавишном соломотрясе в рабочем положении отличается незначительно (в пределах ± 3 мм);
- скорость движения соломистого вороха на соломотрясе при уборке озимой тритикале находится в пределах 0,36–0,38 м/с (среднеквадратическое отклонение изменяется в пределах 0,06–0,7 м/с).

Литература

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / под ред. М. И. Клецкина. – М.: Машиностроение, 1967. – Т. 1. – 724 с.
2. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет проектирование и испытание / М. Н. Летошнев. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1955. – 764 с.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 671 с. : ил.
4. Хайлис, Г. А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин / Г. А. Хайлис. – К.: УСХА, 1992. – 240 с. : ил.

АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ БАЛКИ МОСТА ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А «ПОЛЕСЬЕ»

А. В. Курач

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

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Анализ конструкций балок управляемых мостов различных тракторов и мобильных энергосредств показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямоугольного сечения. Причем некоторые конструкции управляемых мостов имеют телескопическую балку моста. Это дает возможность увеличивать колею и устанавливать широкие шины, что способствует повышенной проходимости на переувлажненных почвах в агрегате с с/х орудиями и машинами. Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А выполнена в виде

трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка.

На рис. 1 представлен модернизированный мост, балка которого выполнена телескопической. Целью анализа нагруженности является определение нормальных напряжений в опасных точках балки.

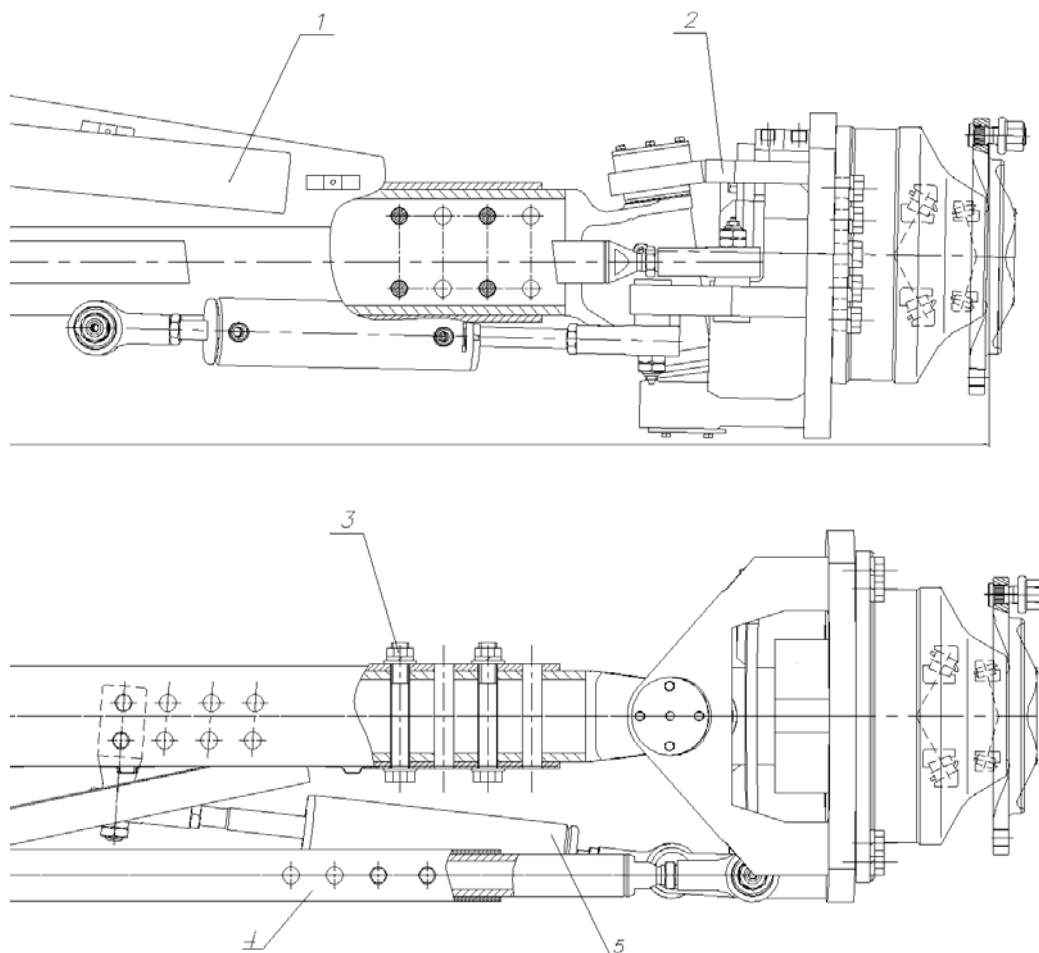


Рис. 1. Модернизированный мост управляемых колес:
1 – балка моста; 2 – поворотный кулак; 3 – болтовое соединение;
4 – рулевая тяга; 5 – гидроцилиндр

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действует сила реакции дороги F_1 , которая соответствует весу G энергосредства, приходящегося на одно колесо. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления перекачиванию $F_2 = fF_1$ с коэффициентом сопротивления качению ($f = 0,18$ для пахоты). Расчетную схему можно представить в виде консоли $a + b$ (рис. 2).

Исходные данные для расчета: $G = 20$ кН – вес энергосредства, приходящийся на колесо управляемого моста; $a = 765$ мм – расстояние от телескопического соединения труб до центра моста (опорного шарнира); $b = 482$ мм – расстояние от фланца крепления колеса до телескопического соединения труб; $z = 50, 100, 150$ мм – величины изменения плеча.

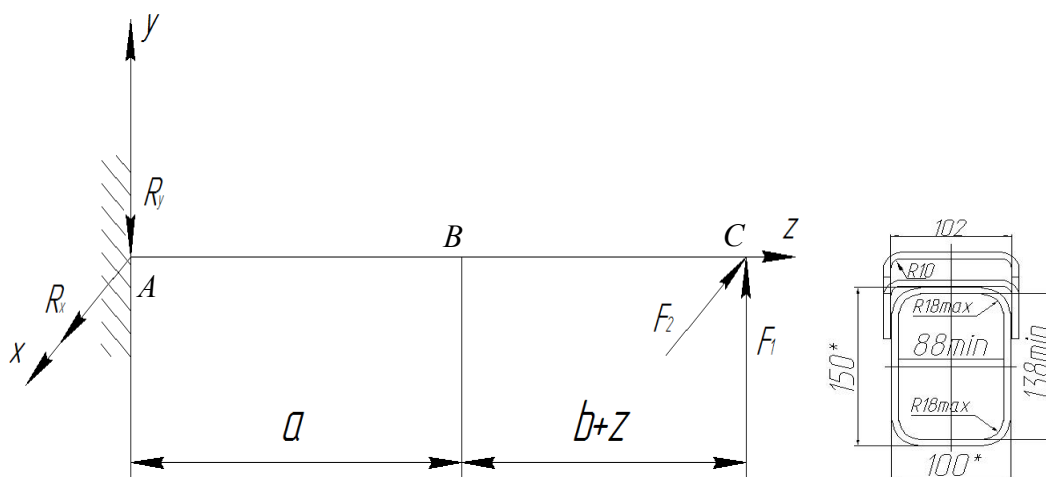


Рис. 2. Расчетная схема балки и поперечное сечение на участке a

Изгибающие моменты в характерных сечениях в вертикальной и горизонтальной плоскостях равны:

$$M_{CX} = 0; M_{BX}(z) = F_1(b+z); M_{AX}(z) = F_1(a+b+z);$$

$$M_{CY} = 0; M_{BY}(z) = F_2(b+z); M_{AY}(z) = F_2(a+b+z).$$

Нормальное напряжение при косом изгибе определяется выражением [1]:

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

где X_{\max}, Y_{\max} – наиболее удаленные от центральных осей точки сечения; I_X, I_Y – осевые моменты инерции сечения в характерных точках балки.

Моменты инерции на участке b балки моста постоянны и для прямоугольного трубчатого сечения $138 \times 88 \times 8$ равны $I_{XB} = 837 \text{ см}^4$; $I_{YB} = 403 \text{ см}^4$. Для участка a моменты инерции изменяются и в сечении A принимают максимальные значения $I_{XA} = 2810 \text{ см}^4$; $I_{YA} = 1090 \text{ см}^4$.

Напряжения, действующие в опасных сечениях A, B балки моста

z , мм	b , мм	$\sigma_{A\max}$, МПа	$\sigma_{B\max}$, МПа
0	482	131,0	98,2
50	532	144,6	108,4
100	582	158,2	118,6
150	632	171,8	128,8

На рис. 3 представлено изменение напряжений $\sigma_{A\max}$ и $\sigma_{B\max}$ в опасных сечениях балки в зависимости от ее длины (z).

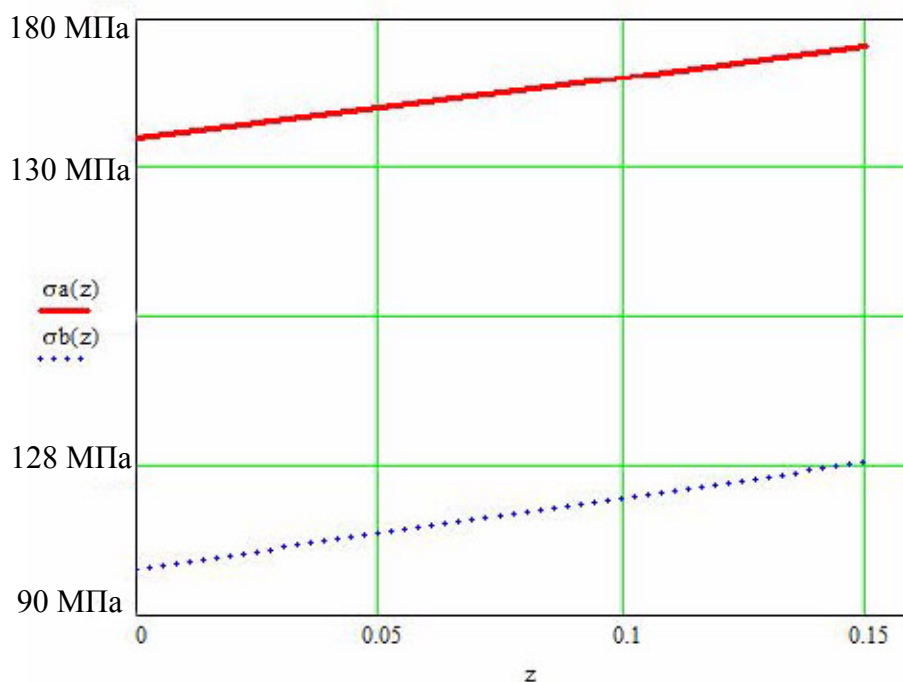


Рис. 3. График изменений напряжений в зависимости от длины балки и сечения:
 $\sigma_a(z)$ – напряжения в сечении A; $\sigma_b(z)$ – напряжения в сечении B

Статические напряжения, возникающие в телескопической балке моста, изменяются в диапазоне 98,2–128,8 МПа для сечения B и 131–171,8 МПа для сечения A, которое и является самым опасным. Причем максимальные значения напряжений близки и незначительно превышают допускаемые 160 МПа.

Значения динамических напряжений в опасных сечениях балки будут определяться выражением [1]:

$$\sigma_D = k_D \sigma_{ст} = \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{ст}}} \right),$$

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

С учетом динамического коэффициента k_D , минимальная величина которого равна 2 единицам, динамические напряжения σ_D при движении энергосредства будут возрастать, что может негативно сказаться на прочности конструкции.

Литература

1. Дарков, А. В. Сопротивление материалов : учеб. для втузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высш. шк., 1989.
2. Шельманова, Е. П. Анализ нагруженности балки управляемого моста универсального энергосредства УЭС-2-250А / Е. П. Шельманова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 2010 / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – С. 72–76.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ АГРЕГАТИРОВАНИЯ ТРАКТОРА ХТЗ-121 С НАВЕСНЫМИ МАШИНАМИ

А. В. Курач

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Среди мобильной техники, выпускаемой ПО «Гомсельмаш», широко известны полунавесные кормоуборочные комбайны ПКК-3000 и навесные косилки-плющилки КПРН-6, работающие в большинстве стран СНГ.

Полунавесной кормоуборочный комбайн ПКК-3000, предназначенный для уборки трав и грубостебельных культур, обычно агрегируется с универсальным энергосредством УЭС-2-280А. Использование ПКК-3000 только в комплексе для заготовки кормов К-Г-6 ограничивает область возможного распространения данной машины. Применение в качестве энергоносителя для ПКК-3000 других мобильных энергетических средств, и в частности колесного трактора «ХТЗ-121», позволит навешивать ПКК-3000 на трактор, имеющийся как в отечественных, так и в зарубежных хозяйствах. Этот колесный трактор оборудован подъемно-навесным устройством (ПНУ) с грузоподъемностью на оси подвеса 45 кН. Однако агрегирование с навесными машинами возможно только при выполнении совокупности требований:

- расчетная минимальная грузоподъемность ПНУ, определенная при заданных координатах центра тяжести ПКК-3000, должна превышать вес комбайна;
- выполнении компоновочных ограничений для ПКК-3000, находящегося в транспортном положении;
- управляемость мобильного сельскохозяйственного агрегата должна соответствовать норме.

Целью работы является оценка возможности агрегирования трактора «ХТЗ-121» и вышеупомянутых навесных машин по результатам вычислительного эксперимента на сформированной функциональной математической модели (ФММ) процесса подъема.

В данных по внутренним параметрам ПНУ тракторов, как правило, указывается их грузоподъемность на оси подвеса и на вылете в 610 мм, что позволяет лишь ориентировочно судить о возможности агрегирования с навесной машиной или рабочим орудием. Кроме того, грузоподъемность ПНУ, среди прочего, зависит от регулировки раскосов и верхней тяги механизма навески, которые в свою очередь зависят от присоединительных параметров навешиваемой машины. В создавшихся условиях необходим инструмент, обеспечивающий гибкое реагирование по проблеме агрегирования с новым или модернизированным рабочим орудием или машиной в энергетическом аспекте.

Для подтверждения энергетической обеспеченности подъема ПКК-3000 и КПРН-6 из рабочего в транспортное положение на базе ФММ были выполнены проверочные расчеты и анализ выходных параметров нагруженного ПНУ, а также его основного компонента – механизма навески. ПКК-3000 нагружает ПНУ трактора приблизительно в 1,5 раза больше чем КПРН-6, поэтому в первую очередь рассмотрим МТА с его участием.

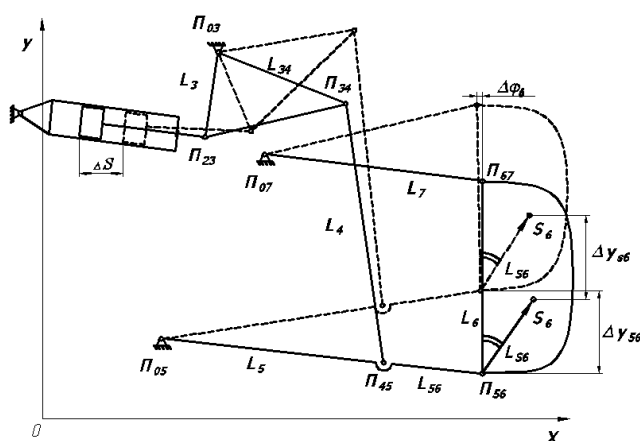


Рис. 1. Кинематическая цепь, состоящая из механизма навески и навесной машины

Структура плоского аналога МН упомянутого здесь трактора представлена одноподвижным восьмизвенным шарнирно-рычажным механизмом (рис. 1). Геометрический и кинематический анализ МН выполнены в правой декартовой системе координат (XOY), жестко связанной с рамой трактора. Последовательность и специфика выполнения процедур геометрического, кинематического и силового анализа подробно рассмотрены в [1]. Результаты расчета выходных параметров ПНУ «ХТЗ-121» при подъеме ПКК-3000 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные выходные параметры ПНУ трактора ХТЗ-121 при агрегатировании с ПКК-3000

S	Y_{56}	φ_6	φ'_3	U_{63}	I_m	I_{56}	F_g	$p_{гц}$
[м]	[м]	[град]	[1/м]	[–]**	[–]	[–]	[кН]	[МПа]
0,560	*	–	–	–	–	–	–	–
0,585	0,404	89,949	5,494	0,019	4,141	4,250	119,0	11,73
0,610	0,507	90,149	5,321	0,033	4,082	4,266	119,4	11,78
0,635	0,609	90,449	5,263	0,047	4,041	4,297	120,3	11,86
0,660	0,709	90,855	5,301	0,061	4,002	4,341	121,5	11,98
0,685	0,809	91,383	5,426	0,077	3,961	4,398	123,1	12,14
0,710	0,907	92,067	5,651	0,096	3,909	4,474	125,3	12,35
0,735	1,004	92,957	6,003	0,119	3,842	4,581	128,3	12,65
0,760	1,099	94,144	6,545	0,147	3,753	4,748	133,0	13,11
0,785	1,191	95,789	7,421	0,184	3,641	5,043	141,2	13,92
0,810	1,281	98,221	9,034	0,234	3,522	5,659	158,4	15,62

Примечание. *Связь между обобщенной координатой и выходными параметрами отсутствует. S – перемещение поршня гидроцилиндра (обобщенная координата); Y_{56} – вертикальная координата оси подвеса; φ_6 – угол наклона присоединительного треугольника; I_{56} – основной коэффициент кинематической передачи; φ'_3 – аналог угловой скорости поворотного рычага; F_g – нагрузка приведенная к гидроцилиндру; $p_{гц}$ – давление в гидроциindre.

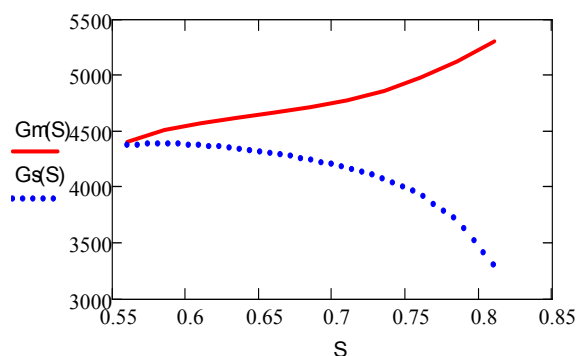


Рис. 2. Грузоподъемность ПНУ ХТЗ-121 на оси подвеса механизма навески и при агрегатировании с ПКК-3000 ($G_m = 4504$ кг · с, $G_s = 3298$ кг · с)

Грузоподъемность ПНУ «ХТЗ-121», определенная в центре тяжести комбайна превышает вес измельчителя и адаптера. Таким образом, процесс подъема и перевод ПКК-3000 в транспортное положение в энергетическом аспекте осуществим.

Поскольку на управляемые колеса с/х агрегата с ПКК-3000 в транспортном положении приходится более 17 % его общего веса (табл. 2), постольку необходимая управляемость сельскохозяйственного агрегата обеспечивается.

Таблица 2

**Распределение веса сельскохозяйственного агрегата
в транспортном положении по мостам ведущих
и управляемых колес трактора «ХТЗ-121»**

S , м	0,735	0,737	0,738	0,74	0,741	0,743	0,744
R_y , %	17,822	17,85	17,879	17,908	17,937	17,967	17,997
R_B , %	82,178	82,15	82,121	82,092	82,063	82,033	82,003

Примечание. R_y – вес сельхозагрегата, приходящийся на управляемые колеса, выраженный в процентах; R_B – вес сельхозагрегата, приходящийся на ведущие колеса, выраженный в процентах.

Литература

1. Попов, В. Б. Математическое моделирование : практ. рук. к курсовым работам по одному. дисциплине / В. Б. Попов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007.

**ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРЕЙЦКОПФНОГО КРИВОШИПНО-
ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА С УПРУГИМ ШТОКОМ**

Е. М. Левкович, А. И Левченко

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

Научный руководитель С. Ф. Андреев

Традиционное в динамике машин предположение об абсолютной жесткости звеньев все чаще приводит к результатам, которые не согласуются с практикой эксплуатации машин. С ростом рабочих скоростей современных машин детали машин

испытывают значительные упругие деформации, связанные с продольными, изгибными и крутильными колебаниями. Колебания повышают нагрузки звеньев, влияют на кинематическую точность машины, снижают качество технологических операций. Колебания звеньев могут усиливаться и по амплитуде достигать недопустимых размеров. Особо недопустимым является накопление колебаний в резонансном режиме. Из теории колебаний известно, что в любой упругой механической системе в неустановившихся процессах имеют место свободные и вынужденные колебания. Тщательное исследование колебаний в механизмах представляет собой актуальную задачу.

Целью данной работы является исследование колебательных процессов в гидравлических машинах, имеющих кривошипно-шатунный механизм. К таким машинам относятся поршневые насосы, компрессоры, а также поршневые пневматические двигатели и двигатели внутреннего сгорания.

При изучении динамических процессов, происходящих в такой машине, важным вопросом является изучение собственных и внешних частот колебаний, так как они определяют диапазон резонансных частот.

Математическая модель позволяет определить значения частот колебаний, а также характер протекающих динамических процессов. В работе рассматриваются продольные упругие деформации штока поршневого насоса, приводящие к вынужденным колебаниям поршня (рис. 1).

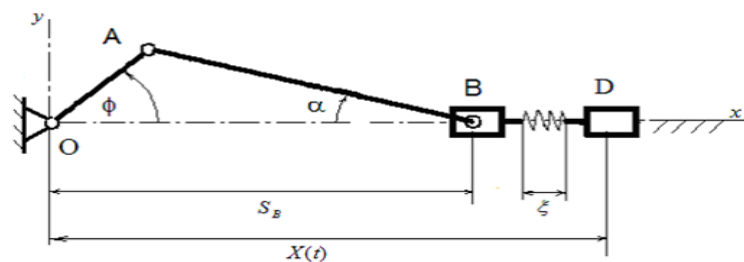


Рис. 1. Кинематическая схема поршневого насоса с упругим штоком

Наряду с вынужденными колебаниями $X(t)$ поршня D наблюдаются и собственные колебания $\xi(t)$ штока BD , которые возбуждаются каждый раз при изменении направления его движения. Данная особенность поведения может влиять на эффективность работы и усталостную прочность насосных систем. Возмущающим воздействием этих колебаний является перемещение точки B штока, которое определяется периодической негармонической функцией $S_B(\varphi)$. Здесь $\varphi(t)$ — обобщенная координата, определяющая периодическое движение ползуна B .

Функцию положения $S_B(\varphi)$ и аналог скорости $V_{\varphi B}(\varphi)$ ползуна B определяем по кинематическим отношениям [1]:

$$S(\varphi) := OA \cdot \cos(\varphi) + AB \cdot \cos(\alpha(\varphi)) - (OA + AB);$$

$$V_{\varphi B}(\varphi) = -OA \cdot \sin(\varphi) - AB \frac{d}{d\varphi} \alpha(\varphi) \cdot \sin(\alpha(\varphi));$$

$$\alpha(\varphi) = \arcsin\left(\frac{OA \cdot \sin(\alpha)}{AB}\right).$$

Для моделирования упругих продольных колебаний штока введем обобщенные координаты $\xi(t)$, соответствующие деформации штока, и $\varphi(t)$ – угол поворота кривошипа. Функции $\varphi(t)$ и $\xi(t)$ могут быть определены по заданным характеристикам внешних сил: условным моментом $M_{OA}(\varphi)$, приложенным к звену OA , и силой полезного приведения $F_{ps}(\varphi)$, приложенной к поршню C . На рис. 2 приведены графики пускового момента $M_{OA}(\varphi)$ и силы полезного приведения $F_{ps}(\varphi)$.



Рис. 2. Графики:

а – движущего момента; б – силы полезного сопротивления

Математическая модель представлена системой двух дифференциальных уравнений, которые мы получим из уравнений Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{d}{dV_{\xi}} T \right) - \frac{d}{d\xi} T = \frac{d}{dt} (V_{\xi} B(\varphi) - \omega_{OA} C(\varphi));$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{d}{d\omega_{OA}} T \right) - \frac{d}{d\varphi} T = A(\varphi) \cdot \frac{d}{dt} \omega_{OA} - C(\varphi) \cdot \frac{d}{dt} V_{\xi} + f\varphi(t, \omega_{OA}, V, \varphi, \xi).$$

Здесь правые части уравнений – обобщенные силы, определенные по следующему алгоритму:

$$Q\varphi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi) = MO(\varphi) - \frac{\partial \Phi(\omega_{OA}, V_{\xi})}{\partial \omega_{OA}} - \frac{\partial \Pi(\varphi, \xi)}{\partial \varphi};$$

$$Q\xi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi) = -\frac{\partial \Phi(\omega_{OA}, V_{\xi})}{\partial V_{\xi}} - \frac{\partial \Pi(\varphi, \xi)}{\partial V_{\xi}};$$

$\Pi(\varphi, \xi) = \frac{1}{2} c(X - S(\varphi))^2$ – потенциальная энергия упругой деформации штока;

$\Phi(\omega_{OA}, V_{\xi}) = \frac{1}{2} \mu(\varphi) \cdot (V_{\xi} - V\varphi(\varphi)\omega_{OA})^2$ – диссипативная функция Релея.

Здесь $V_{\xi} = \frac{d\xi}{dt}$ и $\omega_{OA} = \frac{d\varphi}{dt}$ – обобщенные скорости;
 $T = \frac{1}{2}J_{OA}\omega_{OA}^2 + \frac{1}{2}m_b(V\varphi(\varphi)\omega_{OA})^2 + \frac{1}{2}m_d(V\varphi(\varphi)\omega_{OA} - V_{\xi})^2$ – кинетическая энергия;
 J_{OA} , m_b , m_d – момент инерции кривошипа и массы ползунов B и D .

В результате преобразований получаем систему двух нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами:

$$A(\varphi) \frac{d}{dt} \omega_{OA} - C(\varphi) \frac{d}{dt} V_{\xi} = Q\varphi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi) - f\varphi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi);$$

$$B(\varphi) \frac{d}{dt} V_{\xi} - C(\varphi) \frac{d}{dt} \omega_{OA} = Q\xi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi) - f\xi(t, \omega_{OA}, V_{\xi}, \varphi, \xi).$$

Таким образом, решение полученных уравнений позволяет исследовать колебательные процессы в переходном режиме: разгон – установившееся движение в зависимости от изменяющихся динамических параметров насоса. На рис. 3 и приведены результаты решения в виде графиков функций $\omega_{OA}(t)$ и $V_{\xi}(t)$ для двух различных вариантов значений безразмерных динамических параметров.

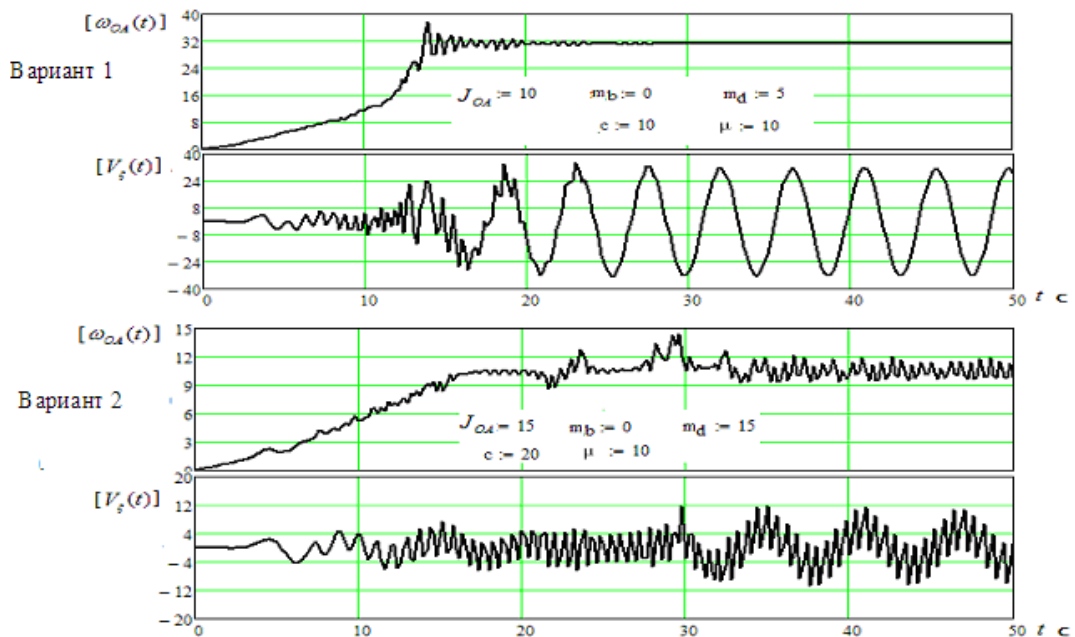


Рис. 3. Графики обобщенных скоростей

Литература

1. Гоц, А. Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей : учеб. пособие / А. Н. Гоц ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : ВлГУ, 2005. – 124 с.
2. Насосы : справ. пособие / К. Бадеке [и др.] ; под ред. В. Плетнера ; пер. В. В. Малюшенко, М. К. Бобок. – М. : Машиностроение, 1979. – 502 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ, СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДАЧИ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

П. Ю. Малышкин

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель А. Н. Карташевич

Двигатель, работающий на смеси ДТ и газа, принято называть газодизельным. Такой способ воспламенения газового топлива дозой жидкого топлива был запатентован Рудольфом Дизелем еще в 1898 г. Однако практическое применение этот способ нашел только с 1938 г., главным образом на стационарных двигателях. И начиная с 1987 г. Камский автозавод выпускал грузовые модели автомобилей с атмосферными газодизельными двигателями КамАЗ-7409.10. Проводились работы и по доводке турбодизеля КамАЗ-7403 для работы на бинарном топливе с механическим дозатором газа и устройством ограничения подачи ДТ.

Минским моторным заводом (ММЗ, Республика Беларусь) налажен выпуск газодизельных двигателей, имеющих 3, 4 и 6 цилиндров, номинальной мощностью 26–114 кВт, работающий с использованием 30 % ДТ (запальная доза) 70 % природного газа (метан) [1].

Целью работы является сравнение и анализ систем подачи газового топлива в дизельный двигатель.

На сегодняшний день существует более 5 разновидностей (поколений) газовых систем для питания дизельных двигателей.

По мере развития газовых систем питания для тракторов и автомобилей внедряются разноплановые системы подачи газового топлива (ГТ), различающиеся по способу, месту и моменту подачи топлива в цилиндры двигателей.

Для питания газовым топливом современных дизельных двигателей, оснащенных наддувом и промежуточным охладителем надувочного воздуха (ОНВ), предпочтительно использовать инжекторные системы питания, обеспечивающие точность момента впрыскивания и дозирование массы ГП в цилиндры дизеля [1].

Наряду с продолжительностью впрыскивания ГТ, другими параметрами, которые важны для оптимизации состава отработавших газов (ОГ) и расхода топлива, является момент впрыскивания топлива по углу поворота коленчатого вала [3] и место впрыскивания ГТ во впускной коллектор.

По замещению топливом (использованию топлива):

- газодизельные (подача газового топлива составляет более 50 % от ДТ);
- дизельные с добавкой газового топлива (подача газового топлива менее 50 % от ДТ).

Инжекторные газовые системы питания для дизельных двигателей классифицируются следующим образом.

По состоянию подаваемого газа:

- сжиженный (в жидком виде);
- компримированный, сжатый (в газообразном виде);
- комбинированный (хранятся в сжиженном, подаются в сжатом виде).

По расположению форсунок:

- центральный впрыск;
- распределенный впрыск.

По месту впрыска газового топлива:

- во впускной коллектор (центральный, распределенный);

- в цилиндр (непосредственный впрыск);
- в дизельную топливную систему.

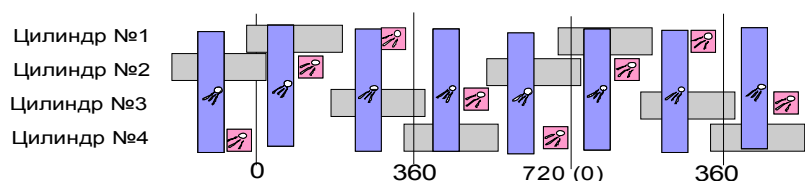
По способу подачи топлива:

- непрерывный впрыск;
- циклический (прерывистый) впрыск.

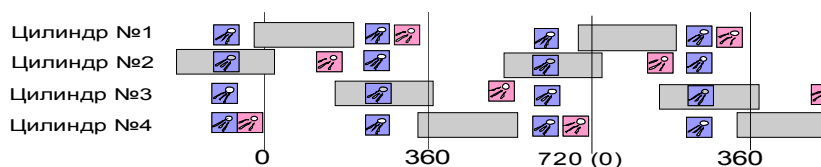
По моменту впрыска топлива:

- несогласованный впрыск;
- согласованный впрыск.

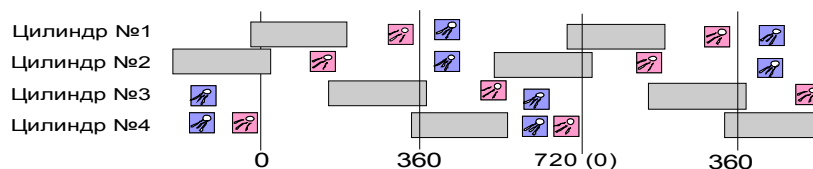
Согласованный впрыск топлива привязан к определенной фазе цикла работы двигателя. В связи с этим, если несогласованный впрыск топлива может быть как непрерывным, так и циклическим, то согласованный – только циклическим [2].



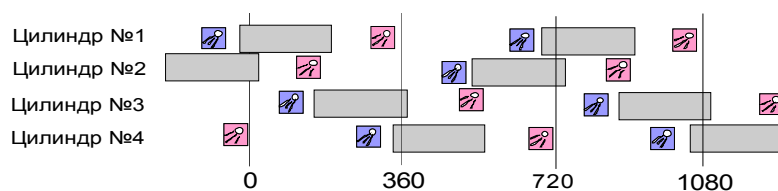
a)



б)



в)



г)

Рис. 1. Классификация способов подачи газового топлива в дизель:

- – впускной клапан открыт; □ – впрыск ДТ; □ – впрыск ГТ во впускной коллектор;
- а – центральный впрыск (моновпрыск); б – индивидуальное синхронное (одновременное) впрыскивание; в – групповое (попарно-параллельное) впрыскивание;
- г – последовательное впрыскивание

Обозначению «центральный впрыск топлива» соответствуют также термины «одноточечный впрыск» и «моновпрыск». При центральном впрыске (рис. 1, а) топ-

ливо подается одной или несколькими форсунками, устанавливаемыми на участке до разветвления впускного трубопровода [2]. При данном способе подачи ГТ значительная часть впускного коллектора заполнена газо-воздушной смесью.

При распределенном («многоточечном») впрыске топливо подается индивидуальными для каждого цилиндра форсунками (рис. 1, б–г) во впускной коллектор дизеля.

Индивидуальное синхронное (одновременное) впрыскивание ГТ (рис. 1, б) происходит без согласования момента впрыска с процессами впуска в каждый цилиндр (несогласованный впрыск). Все форсунки приводятся в действие в один и тот же момент (одновременно), поэтому время, отведенное на смешивание ГТ с воздухом разное, также стоит отметить, что количество топлива, необходимое для сгорания, делится на две части и каждая из этих частей впрыскивается при каждом обороте коленчатого вала. При таком способе впрыскивания в некоторых цилиндрах ГТ накапливается не перед впускным клапаном, а впрыскивается через открытое впускное окно.

При групповом (попарно-паралельном) впрыскивании форсунки объединены в две группы. За один оборот коленчатого вала форсунки одной группы впрыскивают полное количество топлива, требуемое для их цилиндров, а за следующий оборот коленчатого вала – форсунки другой группы. Такая работа форсунок позволяет выбрать момент впрыскивания ГТ в функции рабочего режима и избежать впрыскивания в открытые впускные окна. Кроме того, время, отведенное на смешивание ГТ с воздухом, имеет меньшую разницу по сравнению с «синхронным впрыском», но также остается разным.

Последовательное впрыскивание обеспечивает впрыск с согласованием открытия впускных клапанов. Газовое топливо впрыскивается в каждый цилиндр отдельно. Форсунки приводятся в действие последовательно одна за другой в соответствии с порядком работы двигателя. Продолжительность и момент впрыскивания ГТ для каждого цилиндра одинаковы [3]. В этом случае время, отведенное на смешивание ГТ с воздухом, одинаково для всех цилиндров двигателя.

Кроме вышерассмотренных способов подачи газового топлива в дизель существуют системы, обеспечивающие индивидуальное впрыскивание ГТ в каждый цилиндр [1]. Данный способ впрыскивания имеет наибольшую степень свободы, выраженную в индивидуальном влиянии на момент впрыскивания газового топлива, позволяющей компенсировать неравномерность процессов при наполнении свежим зарядом цилиндров двигателя [3], однако требует применения специального оборудования, поддерживающего давление ГТ до 30 МПа, и специальных (квази, магнито-стрикционных и др.) форсунок, обладающих очень высоким быстродействием [1] (0,1–5 мс).

Известно, что цикл работы четырехтактного двигателя проходит за два оборота коленчатого вала, т. е. 720° поворота коленчатого вала. Время совершения цикла четырехтактного двигателя определим по формуле

$$t_{\text{ц}} = 1,2 \cdot 10^5 \cdot n_{\text{д}}^{-1},$$

где $n_{\text{д}}$ – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} .

Следовательно, время, за которое совершается впуск воздушного заряда в цилиндры двигателя составит

$$t_{\text{вп}} = 166,67 n_{\text{д}}^{-1} \varphi_{\text{вп}},$$

где $\varphi_{\text{вп}}$ – фаза впуска, град.

Например, для двигателя имеющего фазу впуска $\varphi_{вп} = 238^\circ$, и работающий при частоте вращения коленчатого вала $n_d = 2000 \text{ мин}^{-1}$, время, за которое совершается наполнение цилиндров воздушным зарядом составит 19,8 мс.

Литература

1. Карташевич, А. Н. Тракторы и автомобили. Газовое оборудование для автотракторной техники : курс лекций / А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин, А. А. Сысоев. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2012. – 86 с.
2. Системы впрыска бензина автомобильных двигателей : курс лекций / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2004. – 28 с.
3. Системы управления бензиновыми двигателями : пер. с нем. – Минск : Книж. изд-во «За рулем», 2005. – 432 с.

ОБЛИТЕРАЦИЯ В ДРОССЕЛЯХ И МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЙ

А. С. Матвеевков

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

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Облитерация (техника) (*техн.*) – зарастивание с течением времени сечения щели. Это явление наблюдается при протекании даже тщательно очищенных жидкостей за счет адсорбции поляризованных молекул (это явление является одним из недостатков золотниковых гидрораспределителей). Если номинальный зазор щели равен сумме толщин адсорбированных слоев или меньше ее, может произойти полное зарастивание щели (полная облитерация).

Среди гидрооборудования существует много гидравлических машин, в которых конструктивно необходимо для обеспечения их нормальной работы наличие малых зазоров. Но необходимо отметить, что наличие зазоров приводит к неизбежным утечкам жидкости, что сказывается на важнейших эксплуатационных характеристиках гидромашин. Также следует отметить, что течение жидкости в малых зазорах существенно отличается от расчетного и обладает качественным своеобразием.

Расчет течения жидкости, в частности утечек, основан на закономерностях классической ньютоновской гидродинамики. Теоретические результаты многочисленных исследований удовлетворительно сходятся с полученными экспериментальными результатами только до определенных значений давлений. При дальнейшем повышении давления начинают проявляться аномальные свойства движения жидкости, выраженные в резком уменьшении утечек через радиальный зазор (только при статических условиях золотниковой пары). При увеличении зазора закономерность ньютоновской гидродинамики сохраняется до более высоких значений давления.

Данное явление при течении жидкости в малых зазорах золотниковых пар объясняется явлением облитерации малых зазоров.

Таким образом, самой частой проблемой дросселей, в которых регулирование происходит за счет изменения сечения проходного канала, является облитерация. Особенно эта проблема распространена в дросселях с малым проходным сечением. При уменьшении периметра проходного сечения дросселя вероятность его засорения уменьшается, поэтому рекомендуется выбирать величину периметра минимальной. Для устранения засорения применяют дроссели, в которых регулирование сопротивления достигается изменением длины канала дросселя или изменением количества

местных сопротивлений при неизменных проходных сечениях. В дросселе, показанном на рис. 1, сопротивление создается увеличением длины канала дросселя, которой в этом случае является винтовая канавка, выполненная на пробке 2, плотно пригнанной к корпусу 1. Ввинчиванием или вывинчиванием пробки 2 можно изменять длину канала дросселя, а следовательно, регулировать сопротивление дросселя [1].

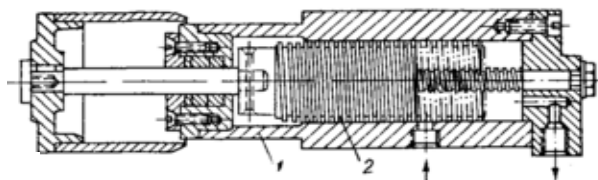


Рис. 1. Дроссель постоянного сечения щелей

При осциллирующих движениях штока подобное явление не наблюдается и сохраняются законы ньютоновской гидродинамики. Из этого можно сделать вывод, что сообщение осциллирующих движений штоку разрушает облитерационных (упорядоченных надмолекулярных) структур.

Экспериментально установлено, что при достижении давления, примерно соответствующего аномальному изменению утечек в статических условиях, мощность, потребляемая вибратором (устройство, сообщаемое осциллирующее движение штоку), резко возрастает. Данный факт свидетельствует о необходимости дополнительного подвода энергии на разрушение образующихся облитерационных структур.

Обнаруженные явления резкого уменьшения утечек и увеличения потребляемой мощности на преодоление трения в золотниковых парах необходимо учитывать при проектировании современных гидромашин и гидростатических устройств высокого давления.

Исследования проводились на экспериментальной установке, представленной на рис. 2.

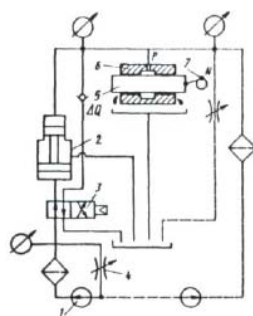


Рис. 2. Гидросхема экспериментальной установки

Данная установка содержит насос 1 среднего давления, обеспечивающий давление до 35 МПа, и гидравлический мультипликатор 2, позволяющий получать давление до 120 МПа. Управление мультипликатором осуществляется с помощью двухпозиционного реверсивного золотника 3 с электроуправлением. Одна позиция золотника обеспечивает цикл подготовки, а другая – рабочий ход мультипликатора. Давление регулируется дросселем 4. Поршневая пара, состоящая из штока 5 и втулки 6, имеет гарантированный зазор, который в разных сериях опытов изменялся пу-

тем механической обработки. Шток, моделирующий золотник, выполнен из стали, втулка – из бронзы. Утечки были измерены в статическом и динамическом состояниях золотника. Возвратно-поступательные (осциллирующие) движения штока создавались вибратором 7, обеспечивающим амплитуду осциллирующих движений, равную 15 мм, с частотой $0,95 \text{ с}^{-1}$. Исследования проводились с гидравлической жидкостью И-20, которая является нормальной (ньютоновской) средой.

Зависимость величины утечек рабочей жидкости в золотниковой паре с зазорами 11, 13 и 19 мкм от давления в статических условиях при неподвижном штоке приведена на рис. 3.

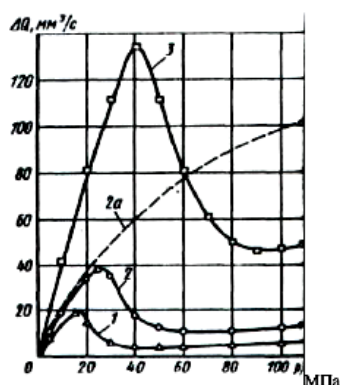


Рис. 3. Зависимость величины утечек рабочей жидкости от давления в статических условиях:

1 – при радиальном зазоре 11 мкм; 2 – при радиальном зазоре 13 мкм;
2a – теоретическая зависимость утечек от давления при зазоре 13 мкм;
3 – при радиальном зазоре 19 мкм

Анализ полученных экспериментальных результатов показывает закономерное нарастание величины утечек при увеличении давления от некоторого определенного предела. В опытах с неподвижным штоком с некоторых значений давления (20–40 МПа) происходит резкое уменьшение величины утечек и последующее их более медленное нарастание с иной закономерностью. Закономерность проверялась при увеличении и снижении давления и хорошо воспроизводилась при многократном повторении опытов. При увеличении радиального зазора в золотниковой паре значение максимума утечек, с которого начинается резкое их уменьшение, смещается в сторону более высоких значений рабочего давления.

При осциллирующих движениях штока аномальных изменений утечек жидкости через зазоры золотниковых пар не обнаружено. По-видимому, осциллирующие движения штока приводят к разрушению упорядоченных надмолекулярных (облитерационных) структур. В этом случае течение жидкости в радиальном зазоре золотниковой пары удовлетворительно согласуется с закономерностями классической ньютоновской гидродинамики во всем исследованном диапазоне давлений.

Теоретическая зависимость объемных утечек рабочей жидкости И-20 от давления, для рассматриваемой системы при величине зазора 13 мкм приведена на рис. 3.

На рис. 4 приведена экспериментальная зависимость величины утечек рабочей жидкости И-20 от давления через радиальный зазор золотниковой пары величиной 13 мкм при осциллирующем движении штока, моделирующего золотник. На этом же рисунке приведены результаты экспериментального измерения мощности, потребляемой вибратором, при различных давлениях нагнетания.

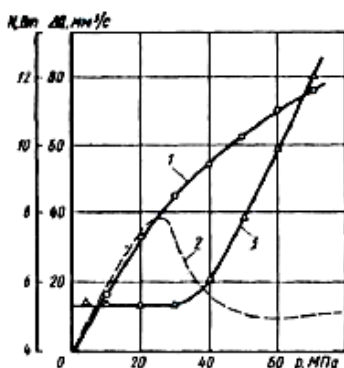


Рис. 4. Результат экспериментальных измерений величины утечек и мощности вибратора при зазоре 13 мкм:
 1 – зависимость утечек от давления в динамических условиях (при осциллирующем движении штока);
 2 – то же в статических условиях (при неподвижном штоке);
 3 – зависимость мощности, потребляемой вибратором, от давления

Литература

1. Башта, Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1989.
2. Рожнов, В. П. Исследование течения минеральных масел в зазорах гидромашин / В. П. Рожнов, А. М. Лебедева // Современные проблемы гидравлики : материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – СПб. : Политехника, 2002.
3. Шпеньков, Г. П. Физико-химия трения / Г. П. Шпеньков. – Минск : Изд-во БГУ, 1978.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ РЕЖУЩЕГО БАРАБАНА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

К. М. Михайлов

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

Научный руководитель П. Н. Богданович

Технический уровень машиностроения определяет и технический уровень решающих отраслей народного хозяйства. Очень важно при проектировании сельскохозяйственных машин учесть такие факторы как их надежность при низкой себестоимости.

Процесс измельчения растительной массы происходит при высоких окружных скоростях и является самым энергоемким во всем технологическом процессе работы комбайна. Наиболее нагруженными, подверженными интенсивному изнашиванию являются ножи измельчающего барабана.

Целью работы является повышение жесткости режущего барабана кормоуборочного комбайна.

При расчете режущего барабана исходили из следующих исходных данных: пропускная способность $G = 30$ кг/с; угол заточки ножа $\beta = 25$ град; толщина ножа $b_1 = 8$ мм; ширина ножа $b = 100$ мм; количество ножей $Z = 10$; ширина горловины приемной камеры $B = 640$ мм; ширина фаски ножа $b_2 = 14$ мм. Скорость подачи растений питающим аппаратом V_n .

$$V_{\min} = \frac{\pi}{30} n_7^I \frac{D_{\text{взн}}}{2} = \frac{3,14}{30} \cdot 134 \cdot \frac{0,14}{2} = 0,98 \text{ м/с};$$

$$V_{\max} = \frac{\pi}{30} n_7^{\text{II}} \frac{D_{\text{взн}}}{2} = \frac{3,14}{30} \cdot 414,3 \cdot \frac{0,14}{2} = 3,035 \text{ м/с},$$

где n_7^I , n_7^{II} – частота вращения нижнего заднего вальца на I и II передачах соответственно, об/мин; $D_{\text{взн}}$ – диаметр вальца нижнего заднего, мм.

Толщину слоя материала, как и высоту горловины приемной камеры режущего аппарата определяли исходя из заданной пропускной способности барабана, расчетной минимальной длины резки, ширины горловины приемной камеры по формуле

$$h_{\max} = \frac{G \cdot 60 \cdot 10^3}{Bl_{\min} Zn\gamma} = \frac{30 \cdot 60 \cdot 10^3}{640 \cdot 2,8 \cdot 10 \cdot 2100 \cdot 300} = 88,6 \text{ мм},$$

где γ – объемная масса сжатой вальцами массы, равная 300–600 кг/м³.

После определения диаметра барабана и установки на нем ножей под оптимальным углом скольжения τ , длина которого лимитируется углом закручивания ножа, который, в свою очередь, обусловлен технологией изготовления.

Согласно экспериментальным данным угол скольжения следует выбирать в пределах 10–20°, что меньше углов защемления для зеленой массы $\chi = 30–45^\circ$.

Силы, действующие на нож при работе питающе-измельчающего аппарата, составили $P_z = 2079,6 \text{ Н}$, $P_y = 2560,7 \text{ Н}$ и $P_x = 344,4 \text{ Н}$.

Материалом ножа был выбран чугун ВЧТГ с модулем упругости $E = 170 \text{ ГПа}$ и коэффициентом Пуассона $\mu = 0,27$, для остальных деталей материалом являлась конструкционная сталь с $E = 200 \text{ ГПа}$ и $\mu = 0,3$.

Расчеты выполнялись по разработанной 3D-модели (рис. 1).

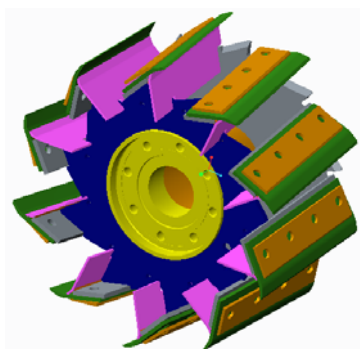


Рис. 1. 3D-модель секции режущего барабана

Граничные условия, контактные поверхности и нагрузка представлены на рис. 2. На рис. 3, 4 и 5 показаны перемещения вдоль осей X , Y и Z . По результатам расчета видно, что основные перемещения под нагрузкой происходят ножа относительно корпуса барабана.

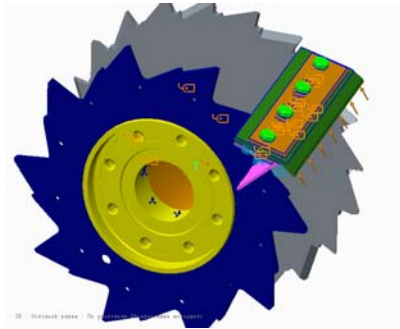


Рис. 2. Расчетная модель барабана

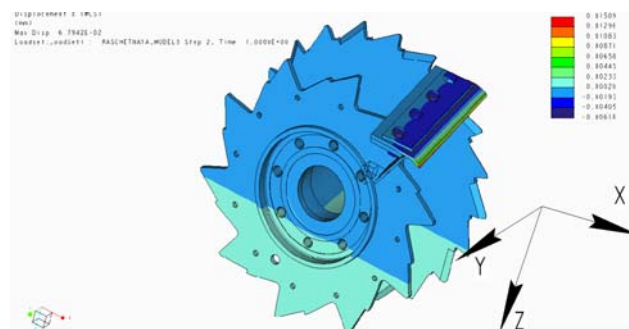


Рис. 3. Перемещения вдоль оси X



Рис. 4. Перемещения по оси Y

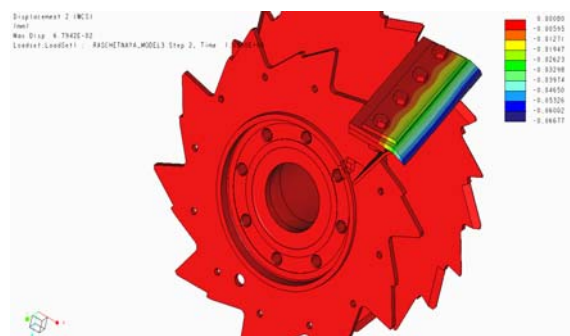


Рис. 5. Перемещения по оси Z

Кроме того, исследовались ножи с разным количеством крепежных элементов. При анализе перемещений установлено, что наибольшие значения этих показателей наблюдаются у ножей, закрепленных с помощью двух болтов, наименьшие – у варианта с четырьмя болтами.

Для варианта двухболтового крепления ножа максимальная жесткость составила 148,5 кН/мм, а для трехболтового крепления – 324,84 кН/мм. При установке ножа на 4 крепежных элемента наблюдается незначительное уменьшение значений перемещений и жесткость составила 424,29 кН/мм.

Таким образом, при переходе от двухболтового до четырехболтового крепления жесткость соответственно составила: по оси $Z - 1 : 2,19 : 1,31$, по оси $Y - 1 : 2,81 : 1,17$ и по оси $X - 1 : 2,85 : 2,223$.

Из проведенных в данной работе расчетов и анализов следует, что повышение надежности режущего барабана кормоуборочного комбайна может быть достигнуто увеличением числа крепежных элементов ножа и его геометрическими параметрами.

Литература

1. Босой, Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой. – М. : Машиностроение, 1978. – 342 с.
2. Власов, П. А. Надежность сельскохозяйственной техники / П. А. Власов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2001. – 124 с.
3. Лезин, П. П. Основы надежности с.-х. техники / П. П. Лезин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1997. – 223 с.

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ИЗ НЕОДНОРОДНОГО ЗАСОЛЕННОГО ПЛАСТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАЗРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАВОДНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПРИПЯТСКОМ ПРОГИБЕ)

Н. В. Моратуваге

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

Научный руководитель В. Г. Жогло

Семилукская залежь Осташковичского месторождения представляет собой моноклиналь северо-западного простирания, ограниченную с юго-запада, востока и запада сложно построенной системой сбросов. Имеется ряд малоамплитудных (менее 70 м) сбросов и внутри горизонта. Коллекторами нефти являются трещиноватые и кавернозные доломиты, реже известняки. Коллектора часто замещаются плотными разностями карбонатных пород. Размеры залежи в плане составляют 10,6 x 1,2 км, высота 170 м. Мощность нефтенасыщенных отложений изменяется от 15,8 до 27,9 м. Залежь пластовая, тектонически экранированная [1].

Для моделирования разработки семилукской залежи в БелНИПИнефть на базе лицензионного ПК Eclipse-100 компании Schlumberger создана геолого-гидродинамическая модель [2]. В плане моделируемая область аппроксимирована квадратной блочно-центрированной сеткой с шагом 70 м (всего 150 ячеек по оси X и 34 – по оси Y). В вертикальном разрезе залежи выделены семь расчетных слоев. Законтурная водоносная область реализована в явном виде.

Наиболее интересные результаты получены при анализе истории разработки залежи на начальной стадии [1], [2]. Залежь введена в разработку в апреле 1967 г.,

когда скважиной 3 был получен фонтанный приток нефти дебитом 390 м³/сут, в 1968 г. – 425 м³/сут. Начальное пластовое давление, приведенное к абсолютной отметке водонефтяного контакта –3202 м, составляло 38,7 МПа. К началу 1969 г. из скважины было добыто 254,4 тыс. м³ нефти, при этом пластовое давление снизилось до 30 МПа. В январе 1969 г. в эксплуатацию фонтанным способом была введена скважина 33, расположенная на расстоянии 1 км от скважины 3. Пластовое давление (29 МПа) оказалось сопоставимым с текущим давлением в скважине 3. Средний дебит скважины 33 в 1969 г. составил 164 м³/сут. До конца 1970 г. пластовое давление в скважине 3 закономерно и интенсивно снижалось. В 1971 г. началось восстановление пластового давления, хотя дебит скважины не только не уменьшился, а значительно возрос. Объяснялось это закачкой воды в скважины 27, 72 и 76, которую начали в 1971 г., а также влиянием скважины 46, которую перевели под нагнетание в мае 1972 г. [1], [2].

Однако на геолого-гидродинамической модели воздействие нагнетательных скважин проявляется весьма слабо, хотя проницаемость пласта между всеми добывающими и нагнетательными скважинами достаточно высокая. Многочисленные попытки получить удовлетворительное совпадение модельных и фактических пластовых давлений и обводненности продукции скважины 3 путем корректировки проницаемости пласта, сжимаемости воды и породы, изменения объема законтурной области и степени ее гидродинамической связи с нефтяной залежью закончились безрезультатно [1], [2].

Улучшить результаты удалось лишь после семи-десятикратного увеличения проницаемости региональных зон трещиноватости между добывающими скважинами 3 и 33 и нагнетательными скважинами 11, 27, 46, 72 и 76 в период с мая 1971 г. по сентябрь 1973 г. Изменение проницаемости производилось поэтапно в соответствии с продвижением фронта закачиваемой воды по зонам трещиноватости от нагнетательных скважин к добывающим. Всего выполнено пять итераций (рестартов) с шагом по времени 2 месяца и три итерации с шагом 6 месяцев. Влияние закачиваемой воды (особенно пресной) установлено исследованиями В. В. Муляка и В. Д. Порошина [3]. Рост проницаемости основных путей фильтрации воды в процессе разработки залежи обусловлен растворением галита, частично заполняющего поры, трещины и каверны пород-коллекторов. Результирующая проницаемость семилукских отложений, заданная на модели на последнем рестарте, в десятки раз выше исходной.

Влияние увеличения проницаемости пород-коллекторов семилукской залежи Осташковичского месторождения в период ее разработки на особенности вытеснения нефти из пласта оценено нами с использованием численной гидродинамической модели, созданной в отделе моделирования БелНИПИнефть [1]. С этой целью моделирование истории разработки залежи выполнено на основе двух моделей проницаемости пласта: 1) проницаемость расчетных слоев модели принята по результатам адаптации гидродинамической модели до закачки пресной воды в залежь (1.05.1970 г.); 2) проницаемость зон трещиноватости на гидродинамической модели увеличена согласно результатам адаптации модели за время разработки залежи с 1.05.1970 г. до 1.04.1979 г.

По результатам моделирования накопленная добыча нефти из семилукской залежи Осташковичского месторождения за весь период разработки (с апреля 1967 г. до июня 2015 г.) составила:

4136 условных единиц (у. е.) – при использовании модели проницаемости пласта до закачки в него пресной воды;

3861 у. е. – при использовании модели с увеличенной проницаемостью пласта (т. е. после закачки в пласт пресной воды).

Геологические запасы нефти семилукской залежи Осташковичского месторождения равны 9398 у. е. Следовательно, текущий коэффициент извлечения нефти (КИН) на 1.06.2015 г. по 1-му варианту расчета составляет $4136/9398 = 0,441$, а по 2-му варианту – $3861/9398 = 0,411$, т. е. уменьшение КИН составляет $(0,441 - 0,411)/0,441 \cdot 100 = 6,8 \%$.

Таким образом, рост неоднородности пласта по фильтрационным свойствам за счет увеличения проницаемости засоленных пород-коллекторов при закачке пресной воды в залежь приводит к снижению темпов выработки подвижных запасов нефти.

Литература

1. Жогло, В. Г. Анализ и моделирование разработки Осташковичского месторождения как основа для оптимизации выработки остаточных запасов нефти / В. Г. Жогло, С. И. Гримус // Потенциал добычи горючих ископаемых в Беларуси и прогноз его реализации в первой половине XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : Полеспечать, 2012. – С. 424–435.
2. Об адаптации геолого-гидродинамических моделей и использовании результатов моделирования для управления разработкой месторождений Беларуси / В. Г. Жогло [и др.] // Нефтяное хоз-во. – 2012. – № 9. – С. 78–81.
3. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений / В. В. Муляк [и др.]. – М. : ГЕОС, 2007. – 245 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРЫ СТАТОР–РОТОР ТУРБОБУРА ТВ1-240

К. В. Николаенко, Е. Г. Прахоцкий

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

Научные руководители: И. Б. Одарченко, В. М. Ткачев

Несмотря на сложившуюся в последнее время экономическую ситуацию в нефтегазовой отрасли, в РУП «ПО «Белоруснефть» бурение разведочных и добывающих скважин, а также боковых стволов ведется в достаточно большом объеме. В качестве основной технологии применяется технология турбинного бурения.

Турбобур – гидравлический забойный двигатель, в котором для преобразования гидравлической энергии потока промывочной жидкости в механическую энергию вращательного движения использована многоступенчатая осевая турбина лопастного типа. Каждая ступень состоит из статора и ротора, собранных в секции. Потребность РУП «ПО «Белоруснефть» до 1000 таких ступеней в год. В Республике Беларусь данное высокотехнологичное изделие не производится и, следовательно, проблема импортозамещения является весьма актуальной задачей.

В ГГТУ им. П. О. Сухого ведутся исследования по разработке технологии производства данного типа изделия с возможностью замены литья по выплавляемым моделям на более производительный способ.

С целью исследования работоспособности и определения технологических режимов изготовления разработана 3D-модель ступени турбобура, представленная на рис. 1.

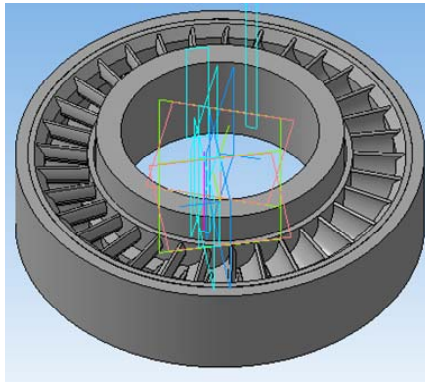


Рис. 1. 3D-модель ступени турбобура

Для проверки работоспособности ступени при технологических режимах проведен численный расчет параметров течения при следующих параметрах, применяемых при испытаниях турбобура [1]: расход жидкости плотностью 1000 кг/м^3 равен 20 л/с ; частота вращения на рабочем режиме равна 675 об/мин ; перепад давления на рабочем режиме равен $4,4 \text{ МПа}$. В результате компьютерного моделирования получены распределения профиля скоростей и давлений на лопатках (рис. 2), что позволяет определить рабочий вращающий момент на роторе.

Литые заготовки для деталей рабочей пары «статор» и «ротор» турбобура изготавливаются из конструкционной легированной стали марки 40ХЛ. Выбор данного материала обусловлен жесткими условиями эксплуатации деталей. Детали работают в условиях интенсивного абразивного износа в агрессивной кислой среде. Масса каждой детали составляет $1,3 \text{ кг}$. Все поверхности детали, за исключением поверхностей лопаток турбин, получают механической обработкой литых поверхностей.

С точки зрения возможностей получения литой заготовки конструкцию деталей ступени турбобура следует признать крайне нетехнологичной. В них, на первый взгляд, сложно выделить плоскости разреза для изготовления традиционными способами формовки.

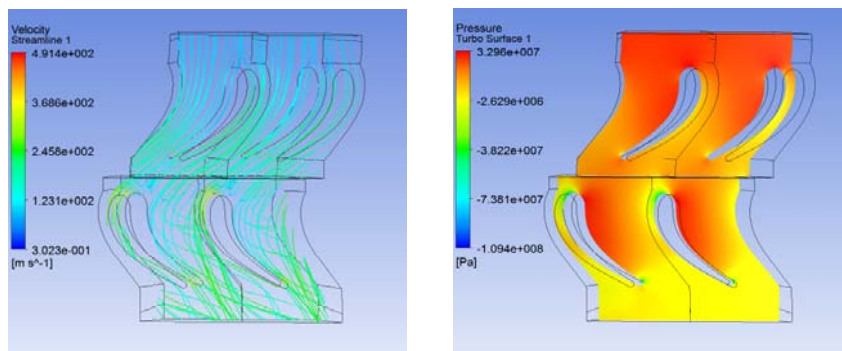


Рис. 2. Распределение профилей скоростей (а) и давлений (б) в моделируемой области

Конструкция зоны лопаток характеризуется сложной конфигурацией тела отливки, криволинейными контурами лопастей. Минимальная толщина литых стенок турбины составляет от 2 до 3 мм в узких сечениях. На фоне этого при переходах в

цилиндрические части тела отливки имеют утолщения в теле, которые являются термическими узлами, предопределяющими высокую вероятность образования усадочных дефектов, что недопустимо.

Для обеспечения возможностей качественного воспроизведения элементов тела отливки в общепринятой практике используют технологию литья по выплавляемым моделям. Качественное заполнение полости формы и мягкие условия кристаллизации тела отливки в данном случае обеспечиваются прокалкой и последующим применением нагретой до высоких температур (700–800 °С) литейной формы. Однако это один из наиболее энергоемких, сложных и трудозатратных технологических процессов, характеризующихся неудовлетворительными экологическими показателями. Стоимость отливок, полученных таким способом, в разы превышает стоимость отливок, полученных традиционными методами, а сама технология оправдывает себя только в условиях массового производства.

Учитывая актуальность снижения стоимости отливок «статор» и «ротор» турбобура, необходимость обеспечения рентабельности процесса в условиях мелкосерийного производства, были рассмотрены возможности изготовления отливки альтернативными методами. При этом в качестве основной задачи, при рассмотрении альтернативных вариантов, решалась задача обеспечения качественного заполнения полости формы, обеспечение размерной геометрической точности, создание условий для равномерной кристаллизации тела отливки.

В качестве базовой технологии для изготовления литейных форм была принята технология с применением химически твердеющих смесей холодного отверждения. Данные смеси обеспечивают сочетание высокой прочности и хорошей газопроводящей способности литейной формы, возможность обеспечения размерной точности и чистоты поверхности отливки, но в отличие от керамических форм характеризуются более низкой стоимостью формовочных материалов и, что наиболее важно, обеспечивают изготовление форм общепринятыми простыми приемами.

При разработке конструкции литниково-питающей системы и проектировании технологической оснастки. Назначена сложная плоскость разъема, проходящая по зоне полостей между лопатками статора и ротора турбобура, формирующая зубчатую поверхность схождения полуформ. Установлено, что ввиду вышеобозначенной сложности конструкции отливки и низких литейных свойств сплава 40ХЛ типичным дефектом, формирующимся в теле, являются дефекты усадочного характера: раковины и пористость. Образование данных дефектов выявлялось с помощью специализированных программных продуктов, позволяющих моделировать условия заполнения и кристаллизации литейной формы с выявлением возможностей и условий образования литейных дефектов (рис. 3, 4).

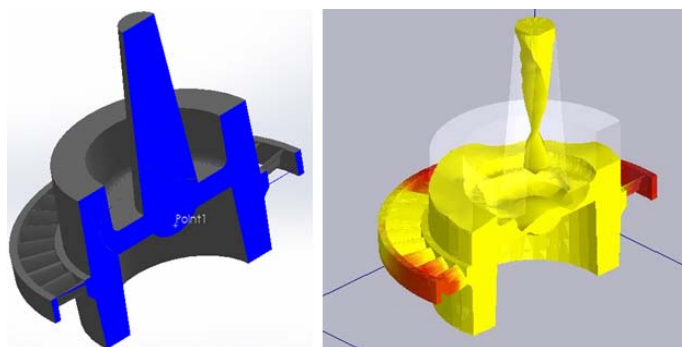


Рис. 3. Оптимальная конструкция литниково-питающей системы и результаты моделирования для отливки «ротор»

В результате была разработана оптимизированная конструкция литейной формы, обеспечивающая формирование качественной отливки. При этом для отливки «ротор» (рис. 3) была применена литниково-питающая система с внутренним по отношению к телу отливки стояком и щелевым дисковым питателем. Для отливки «статор» (рис. 4) аналогичное расположение литниково-питающей системы не обеспечивало получение качественной литой заготовки, в связи с чем в конструкции модели были использованы прищипы, запитывающие зону образования усадочных дефектов.

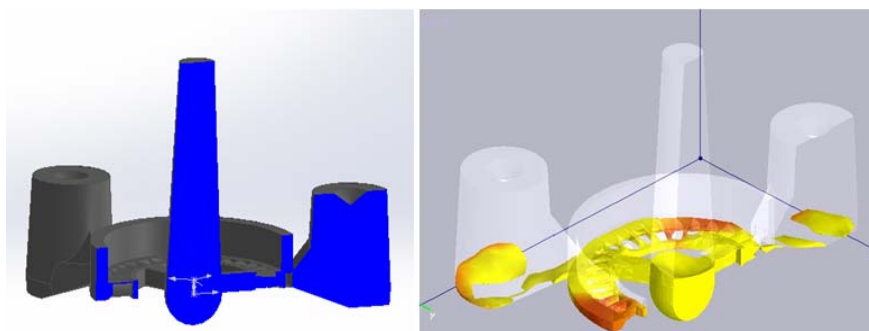


Рис. 4. Оптимальная конструкция литниково-питающей системы и результаты моделирования для отливки «статор»

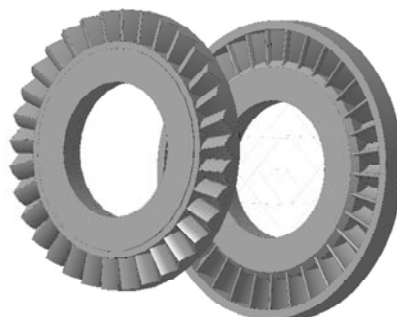


Рис. 5. Модели верха и низа (отливка «ротор»)

На основании полученных результатов разработана 3D-конструкция литейных моделей (рис. 5) для ее последующего изготовления методом 3D-печати.

Литература

1. Эксплуатация и техническое обслуживание гидравлических забойных двигателей: СТП 09100.17015.150–2015 : утв. и введ. в действие Приказом № 495 РУП «ПО «Белоруснефть» с 29.05.2015. – Гомель, 2015. – 336 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ БКШМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМО-ЭЛЕКТРОКЛАПАНОВ****М. А. Новиков**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель С. А. Киселев

В настоящее время все двигателестроительные фирмы стремятся к повышению качества своей продукции: технико-экономических и экологических показателей двигателей, их ресурса, надежности. Поэтому периодически возникает необходимость модернизации или создания новых двигателей, отвечающих тем или иным требованиям.

Одним из вариантов повышения мощности ДВС является замена преобразующего механизма (ПМ). В настоящее время наиболее распространенным является кривошипно-шатунный преобразующий механизм, который обладает рядом недостатков, что ограничивает возможности двигателя внутреннего сгорания в мощностном диапазоне. Достойной заменой данного преобразующего механизма может служить реечно-зубчатый механизм преобразования энергии возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение приводного вала. Кроме того, установка данного ПМ на серийные двигатели в ряде случаев возможна без изменения конструкции блок-картера, что позволяет с минимальными затратами ввести данный ПМ в серийную эксплуатацию.

Целью данного проекта является создание и исследование модели преобразующего механизма с целью улучшения технико-экономических характеристик двигателя внутреннего сгорания путем замены преобразующего кривошипно-шатунного механизма на реечно-зубчатый преобразующий механизм, который более эффективно преобразует энергию рабочего тела в цилиндре двигателя из-за его конструктивных особенностей, без изменения рабочего процесса двигателя.

Реечно-зубчатый преобразующий механизм состоит из цилиндра с оппозитно расположенными поршнями, которые жестко соединены между собой двумя зубчатыми рейками. Зубчатые рейки расположены друг против друга в вертикальной плоскости цилиндра и скользят по его образующей. Между рейками на осях цилиндра расположен зубчатый сектор, который одновременно является и приводным валом. Зубчатый сектор выполнен радиусом R_3 , а длина полуокружности зубчатого сектора равна ходу поршня.

Зубчатый сектор со стороны схода зубьев из зацепления срезан на высоту зуба перпендикулярно линии, соединяющей концы сектора. На противоположных сторонах зубчатых реек выполнены две проточки радиусом полуокружности зубчатого сектора R_3 , которые смещены одна относительно другой на величину хода поршня, а центры проточек находятся на вертикальной оси цилиндра.

БКШМ может применяться не только в двигателях внутреннего сгорания, но и в компрессорах, насосах, металлообрабатывающих станках и других механизмах, где осуществляется преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное.

Двигатель с БКШМ имеет следующие преимущества по отношению к двигателю, у которого возвратно-поступательное движение, преобразуется с помощью КШМ:

- при одних и тех же габаритах развивает мощность примерно в 2,2 раза выше;
- снижается удельный эффективный расход топлива примерно на 15 %;

– отсутствуют такие напряженные детали и узлы, как поршневой палец, шатун, кривошип и их подшипники;

- упрощается конструкция и повышается надежность;
- удельная масса двигателя снижается примерно в 2,5 раза.

Преимущества достигаются путем упрощения механизма преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение ведущего вала и повышения эффективности преобразования давления газов в цилиндре в крутящий момент на валу двигателя.

Для исследования данного механизма была создана физическая модель бескривошипно-шатунного механизма из плестигласа, которая позволяет смоделировать механические и динамические характеристики данного ПМ. Данная модель приводится в действие от сжатого воздуха и состоит из цилиндра с оппозитно расположенными поршнями и жестко соединенными между собой двумя зубчатыми рейками. Между рейками на осях цилиндра расположен зубчатый сектор с приводным валом.

Для обеспечения работоспособности физической модели двигателя с бескривошипно-шатунным преобразующим механизмом (БКШМ) были разработаны и изготовлены конструкции систем газораспределения.

Газораспределительная система модели БКШМ первой конфигурации состоит из двух крышек, внутренней части сложной формы с двумя полостями, приводного вала, в котором расположены впускные и выпускные каналы верхнего и нижнего патрубков.

В ходе испытаний модели был выявлен ряд недостатков конструкции ГРМ данного типа.

Оптимизированный механизм газораспределения второй конфигурации состоит из: двух крышек, манжеты, установленной в первой крышке, вала, вращающегося клапана установленного на валу и корпуса, который имеет форму квадрата со сквозным отверстием в центре и четырьмя отверстиями меньшего диаметра на каждой стороне.

Воздух от компрессора подается непрерывно. Вращающийся клапан в корпусе ГРМ создает две камеры (впускную и выпускную). При положении верхнего поршня БКШМ в верхней мертвой точке (ВМТ) приводной вал расположен таким образом, что впускной канал через верхний патрубок обеспечивает подачу воздуха в надпоршневое пространство верхнего цилиндра, а в то же время в нижнем цилиндре происходят аналогичные процессы, но со смещением на 180° поворота приводного вала. При проходе перемычки впуск начинается во второй цилиндр, а из верхнего происходит выпуск.

В ходе анализа предыдущих конструкций ГРМ разработана более эффективная система газораспределения, удовлетворяющая всем предъявляемым условиям.

Данная система состоит из четырех пневмо-электроклапанов (рис. 1), расположенных на цилиндрах модели в количестве двух штук на каждый цилиндр, двух микропереключателей МП 1105М, кулачка для обеспечения работы микропереключателей, установленного на приводном валу модели, и источника питания.

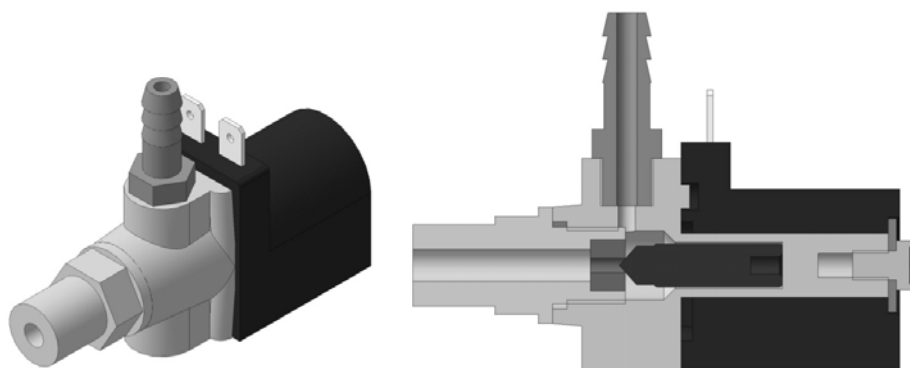


Рис. 1. Электромагнитный пневмоклапан

Работа данного ГРМ представлена на рис. 2 и осуществляется следующим образом. Воздух от компрессора подается непрерывно. В момент подачи воздуха в первый цилиндр клапаны 1 и 3 находятся в открытом положении, а клапаны 2 и 4 закрыты, тем самым происходит наполнение 1 цилиндра и выпуск воздуха из 2-го цилиндра. При достижении поршнем верхней мертвой точки расположенный на приводном валу кулачек выключает микропереключатель 1, закрывая подачу и выпуск воздуха клапанами 1 и 3, и включает микропереключатель 2, который открывает клапаны 2 и 4, вследствие чего в цилиндр 2 поступает сжатый воздух, а из цилиндра 1 осуществляется выпуск.

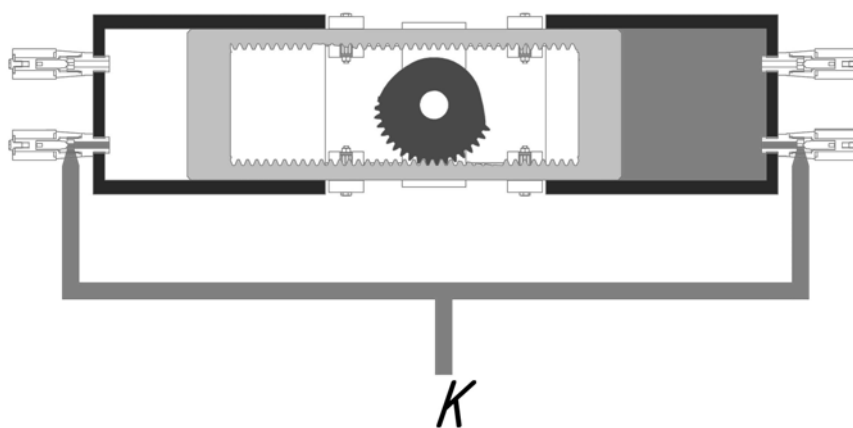


Рис. 2. Схема работы ГРМ модели БКШМ

Таким образом, при повороте приводного вала осуществляется дозированная подача сжатого воздуха в один из цилиндров и одновременно выпуск отработавших газов из другого. Разработанная конструкция позволяет обеспечить газообмен модели двигателя с БКШМ.

В ходе данной работы был создан газораспределительный механизм, у которого отсутствуют все недостатки. Данный ГРМ соответствует всем предъявляемым к нему требованиям и обеспечивает бесперебойную работу модели двигателя.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ

А. В. Омелюсик

Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», г. Минск

Научный руководитель А. В. Шмелев

Конструкции мобильных машин должны обеспечивать безопасность пассажиров при аварийных ситуациях, так как аварийные нагрузки приводят к значительным пластическим деформациям кузовных конструкций, вплоть до их разрушения. С целью обеспечения безопасности новая техника проходит испытания по соответствующим видам и схемам нагружения согласно Правилам № 66, 29, 72 и др. Правила допускают проводить виртуальные испытания с помощью современных программных комплексов, таких как LS-DYNA, ABAQUS, MSC Dytran, AutoDyna и др. Одним из условий получения адекватных результатов моделирования подобных процессов является использование моделей материалов с достоверными, в рамках инженерных расчетов, параметрами. Однако параметры моделей материалов необходимо определять исходя из имеющихся экспериментальных данных [1], [2]. В связи с этим возникает необходимость разработки комплексного подхода к обработке экспериментальных данных с целью определения параметров моделей материалов.

На сегодняшний день благодаря своей широкой базе встроенных моделей материалов большую популярность в области явного моделирования приобрел программный комплекс LS-DYNA. В нем используются модели материалов различной сложности. Простые модели, типа билинейной, требуют минимального количества параметров, но являются наименее достоверными. Сложные модели включают в себя параметры, определить которые затруднительно из-за необходимости проведения специализированных, трудоемких и дорогостоящих экспериментов. Результаты наблюдений показывают, что при динамическом нагружении конструкций транспортных средств можно допустить независимость деформации материала от скорости и температуры. В связи с этим, для решения данного типа задач целесообразным является использование распространенной полилинейной модели материала *MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY (024).

В LS-DYNA в качестве характеристик материала задаются истинные значения напряжений и пластических деформаций. Поэтому при обработке экспериментальных данных сначала необходимо перейти от условных деформаций и напряжений к истинным. В результате пересчета получается зависимость, не учитывающая факт локального образования шейки, активное формирование которой происходит на участке от предела прочности до момента разрушения. Для устранения данного недостатка предлагается кривую деформирования разбить на три характерных участка и для каждого участка определить ключевые точки.

1. Упругий участок диаграммы. Оканчивается в точке, значение которой соответствует пределу текучести:

$$\varepsilon_1 = \sigma_T, \sigma_1 = \sigma_T. \quad (1)$$

2. Участок пластического упрочнения. Заканчивается в точке, значение которой соответствует временному сопротивлению и началу образования шейки. Для данной точки определяем истинные значения напряжения и деформации [3]:

$$\sigma_2 = \sigma_b(1 + \delta_b),$$

$$\varepsilon_2 = \ln\left(\left[1 - \frac{\sigma_k}{E}\right]^{-1}\right), \quad (2)$$

где σ_b – временное сопротивление, полученное в эксперименте; E – модуль Юнга, полученный в эксперименте; δ_b – инженерные деформации образца, соответствующие временному сопротивлению, полученные в эксперименте.

3. Участок образования шейки. Шейка образуется вплоть до разрушения образца, поэтому окончанием данного участка будет точка со значениями, соответствующими моменту разрушения [4]:

$$\sigma_3 = \frac{P_k}{\pi r_1^2 \left(1 + \frac{r_1}{4R}\right)};$$

$$\varepsilon_3 = \ln\left(\left[1 - \frac{\sigma_k}{E}\right]^{-1}\right), \quad (3)$$

где P_k – значение нагрузки в момент разрушения; r_1 – радиус наименьшего поперечного сечения шейки; R – радиус кривизны контура шейки в точке наименьшего поперечного сечения в случае испытаний плоских образцов σ_3 можно определить по уравнению Остсемина [5].

Радиус кривизны контура шейки в точке наименьшего поперечного сечения R может быть определен графическим способом. Контрастное фотоизображение образца после испытаний импортируется в графический редактор, позволяющий получить измерения соответствующих параметров. По фотоизображению определяются относительные геометрические параметры образца. Абсолютная величина одного из параметров (диаметр рабочей части) находится путем прямого измерения, например, при помощи штангенциркуля или микрометра, а неизвестный параметр находится на основании составленной пропорциональной зависимости.

После получения предварительной кривой деформирования задаются дополнительные, уточняющие точки на участке от предела текучести до временного сопротивления. Для определения точек используются уравнения (2).

Для апробации предложенной методики были проведены испытания круглых образцов стали 40Х, изготовленных согласно ГОСТ 1497–84 «Методы испытаний на растяжение». Затем в программном комплексе конечно-элементного анализа ANSYSLS-DYNAPC была разработана объемная конечно-элементная модель образца материала (рис. 1).

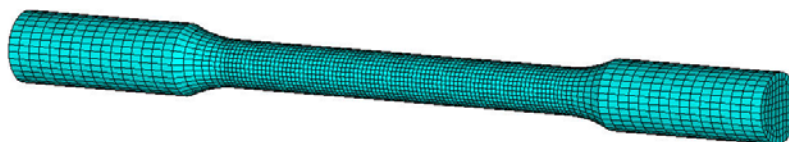


Рис. 1. Конечно-элементная модель образца материала

Конечно-элементная модель образца в формате k -файла передавалась для задания свойств материала и расчетных параметров в программу пре/постпроцессор

LS-PrePost. Далее к образцу прикладывались граничные условия и нагрузки, соответствующие экспериментальным.

Оценка достоверности определения параметров модели материала выполняется по соответствию зависимости нагрузки, возникающей в результате реактивного действия, от относительной деформации образца, т. е. выполняется переход к условным характеристикам материала, регистрируемым в ходе эксперимента. На рис. 2 приведено графическое сопоставление экспериментальных и расчетных данных.

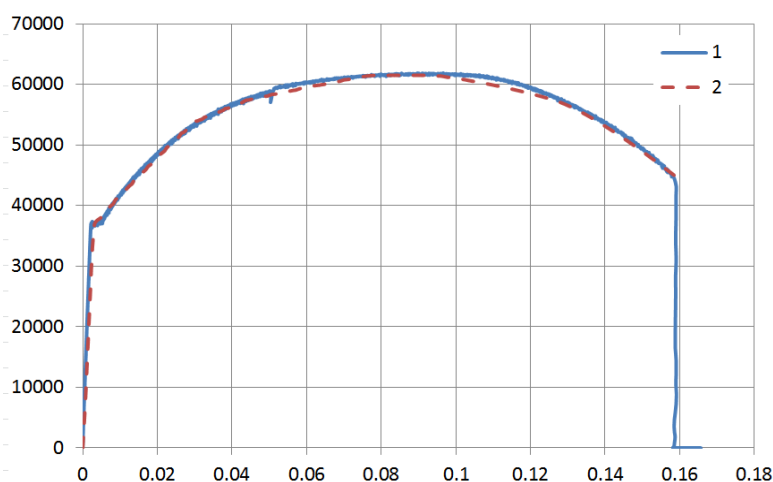


Рис. 2. Диаграмма деформирования образца Стали 40X:
1 – экспериментальные данные образца; 2 – расчет в LS-DYNA по уточненным параметрам модели материала *Mat_024

Как видно из рис. 2, результат моделирования характеристик стали 40X показывает высокую сходимость с результатами натуральных экспериментов. Погрешность максимальной нагрузки, нагрузки в момент разрушения и относительного удлинения составила 0,7, 0,7 и 2,4 % соответственно. При этом определение промежуточных точек на участке от предела текучести до временного сопротивления позволило получить кривую деформирования более пологой и повысить точность расчетов.

Разработанная методика определения параметров моделей материалов может успешно использоваться при виртуальных испытаниях машиностроительных конструкций на ударную прочность. Дальнейшее ее совершенствование может быть достигнуто путем разработки статистического подхода к обработке результатов серий испытаний, что позволит получать некую условную диаграмму растяжения материала, обеспечивающую запас прочности или гарантии требуемых прочностных свойств изделий и конструкций.

Литература

1. Садырин, А. И. Компьютерные модели динамического разрушения конструкционных материалов : учеб.-метод. пособие / А. И. Садырин. – Н. Новгород : Нижегород. гос. ун-т, 2010. – 35 с.
2. Форенталь, М. В. Динамика деформирования и разрушения пластин при высокоскоростном нагружении ударником со сложной структурой : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / М. В. Форенталь. – Челябинск, 2010. – 174 с.
3. Лопатина, Е. С. Механические свойства металлов. Конспект лекций / Е. С. Лопатина, А. А. Ковалева, В. И. Аникина // ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – 2008. – Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1822/u_lectures.pdf.

4. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учеб. для студентов вузов / Н. Н. Малинин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 400 с.
5. Остсемин, А. А. К анализу напряженного состояния в эллиптической шейке образца при растяжении / А. А. Остсемин // Проблемы прочности. – 2009. – № 4. – С. 19–28.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОТОРОВ ДВУХРОТОРНОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА ТИПА РУТС

М. И. Петоченко

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

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Кулачковые двухроторные насосы Рутса являются стопроцентного безмасляными, что очень важно для многих рабочих процессов. Они являются незаменимыми в таких областях, как пищевая и кондитерская промышленность, производство кисломолочных продуктов, мясное производство, фармацевтика, медицина, косметическая промышленность, производство бытовой химии и т. д. Следовательно, разработка такого насоса, является актуальной и необходимой задачей в промышленности.

Важнейшим этапом при проектировании любого двухроторного вакуумного насоса является профилирование роторов.

Объемные машины осуществляют процесс сжатия в изолированных полостях, образующихся между роторами, между корпусом и роторами.

Минимальные перетечки газа через зазоры между роторами, роторами и корпусом обеспечивают более совершенный процесс сжатия и, следовательно, меньшие затраты энергии на сжатие газа. Основная задача профилирования – по выбранной части профиля построить сопряженную с ней часть другого профиля. Эту задачу решают для геометрических профилей, т. е. профилей, между которыми нет зазора. При профилировании роторов вакуумных насосов в основном применяют окружные (рис. 1), циклоидально-окружные (рис. 2) и профили со срезанной головкой (рис. 3).

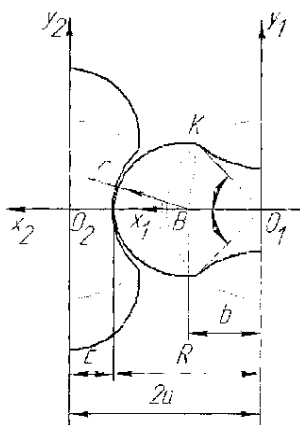


Рис. 1. Роторы с окружным профилем

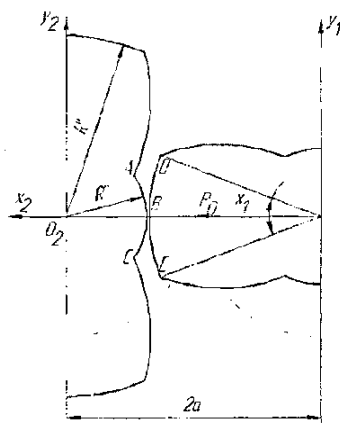


Рис. 2. Роторы с циклоидально-окружным профилем

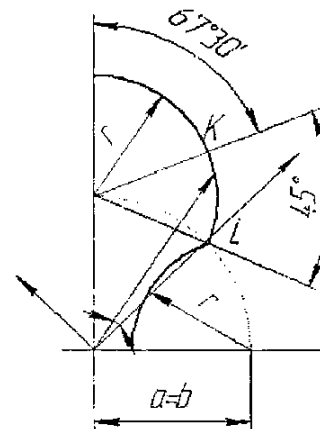


Рис. 3. Профиль с головкой, срезанной радиусом R

Окружные профили – это профили, в которых головка ротора представляет собой окружность радиусом r , центр B которой расположен от оси O_1 ротора на расстоянии b (рис. 1). Профиль впадины (сопряженную часть профиля второго ротора) получают, строя огибающую. Задача решается в подвижных системах координат $X_1O_1Y_1$ и $X_2O_2Y_2$, которые жестко связаны с роторами и центры которых совпадают с осями роторов.

В системе координат $X_1O_1Y_1$ записывают уравнения окружности радиусом r с центром в точке B :

$$x_1 = b + r \cos \psi; \quad y_1 = r \sin \psi, \quad (1)$$

где ψ – параметр профиля, за который принимают угол между общей нормалью к сопряженным профилям в точке их касания и положительным направлением оси O_1X_1 .

Чтобы получить уравнение профиля впадины, уравнения (1) записывают в координатах $X_2O_2Y_2$:

$$\begin{aligned} x_2 &= -2a \cos \varphi + b \cos 2\varphi + r \cos(\psi + 2\varphi); \\ y_2 &= 2a \sin \varphi - b \sin 2\varphi - r \sin(\psi + 2\varphi), \end{aligned} \quad (2)$$

где a – радиус начальной окружности; φ – угол поворота координат в направлении вращения роторов.

Во время работы вакуумного насоса на определенных углах поворота роторов между ними образуется недопустимо большой зазор, что ведет к значительному увеличению перетечек газа. Чтобы избежать этого, участок KL (рис. 2) от начальной окружности до головки, описанный радиусом r , выполняют по эпициклоиде, т. е. получают циклоидально-окружные профили.

Уравнения эпициклоиды на участке KL в координатах $X_1O_1Y_1$ имеют вид:

$$x_1 = a(2 \cos \beta - \cos 2\beta); \quad y_1 = a(2 \sin \beta - \sin 2\beta), \quad (3)$$

где β – угол поворота производящей окружности, точка на которой описывает данную эпициклоиду.

Радиус-вектор ρ точки эпициклоиды и его угол β можно рассчитать по формулам:

$$\rho = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}; \quad \beta = \arctg \left(\frac{y_1}{x_1} \right). \quad (4)$$

Для того чтобы в процессе работы роторы не заклинило, при проектировании между роторами, роторами и корпусом, роторами и торцовыми крышками необходимо предусмотреть зазоры. Зазоры между роторами и роторами и корпусом обеспечивают путем занижения профилей роторов в торцевом сечении путем построения эквидистанты профиля, которую называют номинальным профилем.

Для уменьшения перетечек газа через щели между ротором и корпусом головку профиля ротора выполняют радиусом R , проведенным из центра ротора (рис. 3). В этом случае для герметического профиля ротора часть впадины ABC строят как огибающую участка DE головки сопряженного ротора.

Огибающая окружности радиусом R' есть окружность радиусом $R'' = 2a - R'$ с центром в точке O_2 – начале координат $X_2O_2Y_2$.

Однако окружные профили не являются наилучшими. Графические и теоретические исследования показали, что у двухроторного вакуумного насоса с циклоидальным профилем роторов площадь полезного объема увеличивается на 15 %. В таких роторах головку ротора изготавливают по эпициклоиде, а впадину ротора по гипоциклоиде (рис. 4). Такое решение также позволяет снизить перетечки газа.

Уравнения эпициклоиды (6) и гипоциклоиды (7) в координатах XOY имеют вид:

$$x = (R+r)\cos\varphi - r\cos\left(\frac{R+r}{r}\varphi\right); \quad y = (R+r)\sin\varphi - r\sin\left(\frac{R+r}{r}\varphi\right); \quad (5)$$

$$x = -(R-r)\cos\varphi - r\cos\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right); \quad y = (R-r)\sin\varphi - r\sin\left(\frac{R-r}{r}\varphi\right), \quad (6)$$

где R – радиус основной окружности, м; $r = \frac{R}{4}$ – радиус ролика, описывающего профиль ротора, м; φ – угол наклона прямой, проходящей через точку O и центр описывающего ролика к оси OX , град.

Эпициклоиду и гипоциклоиду получают графическим методом (рис. 5). Из полученных кривых формируется графический профиль. Для построения реального профиля необходимо определить зазоры, затем строится его эквидистанта, т. е. номинальный профиль (рис. 6). Для изготовления ротора на станках с ЧПУ определяются координаты точек профиля в системе координат XOY .

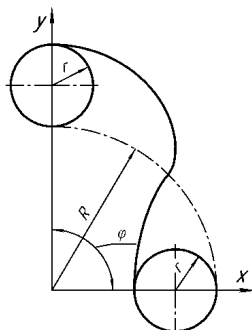


Рис. 4. Циклоидальный профиль роторов

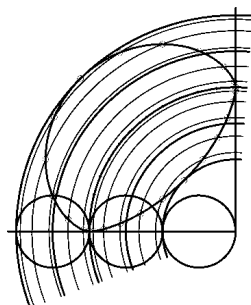


Рис. 5. Построение эпициклоиды и гипоциклоиды

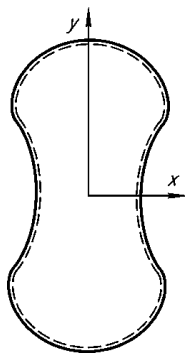


Рис. 6. Геометрический и реальный профиль

Учитывая сложность профилирования роторов насоса типа Рутс и принимая во внимание большой полезный объем у роторов с циклоидальным профилем, можно сделать вывод, что применение двухроторного вакуумного насоса с циклоидальным профилем роторов будет наиболее целесообразно. При этом небольшие роторы изготавливаются на универсальных станках с ЧПУ секциями, которые соединяют вместе при сборке вакуумного насоса.

Производство больших роторов является нецелесообразным, так как требует использование специализированных станков, а производство таких насосов будет единичным.

Литература

1. Механические вакуумные насосы / Е. С. Фролов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.
2. Смирнов, В. И. Курс высшей математики / В. И. Смирнов. – М. : Наука, 1974. – 479 с.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ВЫДЕЛЕНИЕ ЗЕРНА ИЗ ХЛЕБНОЙ МАССЫ В СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ САМОХОДНОЙ МОЛОТИЛКИ

А. А. Печенев

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Система очистки (СО) самоходного зерноуборочного комбайна состоит из вентилятора и механизма очистки, включающего: маховик, шатуны, двуплечие рычаги, штанги, подвески и рабочие органы – стрясную доску, верхний и нижний решетные станы, шарнирно закрепленные на раме молотилки. Анализ покомпонентного разделения хлебной массы выполним, рассчитав некоторые выходные параметры в системе очистки самоходной молотилки комбайна КЗС-7.

1. Мощность, потребная для перемещения зерна по зерновому шнеку:

$$N_{з.ш} = \frac{Q_{ш} L E_{ш} \eta_{ш}}{102}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где $Q_{ш}$ – производительность шнека, $Q_{ш} = 2,8$ кг/с; L – длина горизонтальной проекции шнека, $L = 1,12$ м; $\eta_{ш}$ – коэффициент, учитывающий наклон шнека к горизонту; $E_{ш}$ – коэффициент, учитывающий сопротивление перемещению материала по кожуху, $E_{ш} = 2$.

$$N_{з.ш} = \frac{2,8 \cdot 1,12 \cdot 2 \cdot 1}{102} = 0,062 \text{ кВт.}$$

2. Мощность, необходимая на перемещение хлебной массы по колосовому шнеку:

$$N_{к.ш} = \frac{Q_{ш} L E_{ш} \eta_{ш}}{102}, \text{ кВт,} \quad (2)$$

где $Q_{ш}$ – производительность шнека, $Q_{ш} = 1,4$ кг/с; L – длина горизонтальной проекции шнека, $L = 1,12$ м; $\eta_{ш}$ – коэффициент, учитывающий наклон шнека к горизонту, $\eta_{ш} = 1$; $E_{ш}$ – коэффициент, учитывающий сопротивление перемещению материала по кожуху, $E_{ш} = 2$.

$$N_{з.ш} = \frac{1,4 \cdot 1,12 \cdot 2 \cdot 1}{102} = 0,03075 \text{ кВт.}$$

3. Определяем мощность, необходимую на перемещение хлебной массы по стрясной доске:

$$N_{стр.д} = \frac{V n j_{зв} L}{102}, \text{ кВт,} \quad (3)$$

где V – объем хлебной массы, находящийся на стрясной доске, m^3 ; $V = 0,35$
 $n = \frac{360}{60}$ кол/с – колебания двулучевого рычага, $n = 6,0$ кол/с; $j_{в}$ – объемный вес зернового вороха (зерно + солома), $j_{в} = 105$ кг/ m^3 ; L – средняя длина участка стрясной доски, занятая зерновым ворохом, $L = 0,525$ м.

$$N_{стр.д} = \frac{0,35 \cdot 6 \cdot 105 \cdot 0,525}{102} = 1,135 \text{ кВт.}$$

4. Мощность, необходимая на перемещение хлебной массы на передней части верхнего решетчатого стана (ВРС):

$$N_{перВРС} = \frac{V n j_{зв} L}{102}, \text{ кВт,} \quad (4)$$

где V – объем массы, находящийся на передней части верхнего решетчатого стана, m^3 ,
 $V = 0,066$; $n = \frac{360}{60}$ кол/с – колебания двулучевого рычага, $n = 6,0$ кол/с; $j_{в}$ – объемный вес зернового вороха (зерно + солома), $j_{в} = 110$ кг/ m^3 ; L – длина передней части ВРС, $L = 0,14$ м.

$$N_{перВРС} = \frac{0,066 \cdot 6 \cdot 105 \cdot 0,07}{102} = 0,06 \text{ кВт.}$$

5. Мощность, необходимая на перемещение хлебной массы на ВРС:

$$N_{ВРС} = \frac{V n j_{зв} L}{102} \text{ кВт,} \quad (5)$$

где V – объем массы, находящийся на верхнем решете m^3 , $V = 0,149$; $n = \frac{360}{60}$ кол/с – колебания двулучевого рычага, $n = 6,0$ кол/с; $j_{в}$ – объемный вес зернового вороха (зерно + солома), $j_{в} = 110$ кг/ m^3 ; L – длина ВРС, $L = 0,42$ м.

$$N_{\text{BPC}} = \frac{0,149 \cdot 6 \cdot 110 \cdot 0,14}{102} = 0,405 \text{ кВт.}$$

6. Мощность, потребная на перемещение хлебной массы на нижнем решете:

$$N_{\text{HPC}} = \frac{Vnj_{\text{зв}}L}{102}, \text{ кВт,} \quad (6)$$

где $n = \frac{360}{60}$ кол/с – колебания двулучевого рычага, $n = 6,0$ кол/с; V – объем массы, находящийся на нижнем решете, м^3 ; $V = 0,119$; $j_{\text{в}}$ – объемный вес зернового вороха (зерно + солома), $j_{\text{в}} = 490 \text{ кг/м}^3$; L – длина нижнего решета, $L = 0,18 \text{ м}$.

$$N_{\text{HPC}} = \frac{0,119 \cdot 6 \cdot 490 \cdot 0,18}{102} = 0,617 \text{ кВт.}$$

7. Определяем мощность, необходимую для работы вентилятора СО:

$$N_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{воз}} H_{\text{т}}}{\eta \cdot 102}, \text{ кВт,} \quad (7)$$

где η – КПД передачи, $\eta = 0,96-0,98$; $N_{\text{в}}$ – мощность, требуемая для работы вентилятора, кВт; подача воздуха – $Q_{\text{воз}} = 4 \text{ м}^3/\text{с}$, теоретический напор – $H_{\text{т}} = 80 \text{ кг/м}^2$.

$$N_{\text{в}} = \frac{4 \cdot 80}{0,97 \cdot 102} = 3,234 \text{ кВт.}$$

8. Мощность, затрачиваемая системой очистки на выделение зерна:

$$N = N_{\text{з.ш}} + N_{\text{к.ш}} + N_{\text{стр.д}} + N_{\text{п.в.р}} + N_{\text{в.р}} + N_{\text{н.р}} + N_{\text{в}}; \quad (8)$$

$$N = 0,062 + 0,03075 + 1,135 + 0,06 + 0,405 + 0,617 + 3,234 = 5,544 \text{ кВт.}$$

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ОБЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ДЕТАЛИ ТИПА «ВТУЛКА»

А. В. Рыбакова

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

Проблемы повышения качества и сокращения сроков освоения новой конкурентоспособной на рынках сбыта продукции являются весьма актуальными для Республики Беларусь. Указанные проблемы решаются за счет использования преимуществ сквозных комплексных систем автоматизированного проектирования и производства. При их внедрении кардинально меняется характер производственной деятельности, производство становится гибким, способным к оперативному реагированию на запросы потребителя, значительно упрощается модернизация производства и быстрое обновление продукции.

Целью работы является разработка методики автоматизации проектирования общих технологических процессов на базе параметрической модели детали типа «Втулка» [1], обеспечивающей сокращение трудоемкости, повышение качества технологического проектирования и создание возможности автоматической передачи его результатов для использования в автоматизированной системе управления производством.

В работе [1] была представлена методика разработки четырех параметрических моделей деталей типа «Втулка», разработанных с помощью языка AutoLISP в AutoCAD.

В качестве программного инструмента для реализации методики автоматизированного проектирования общих технологических процессов на базе параметрической модели были выбраны следующие программные продукты: ТехноКАД и ТехноПро.

Интеграцию данных четырех параметрических моделей, созданных в системе AutoCAD, предлагается осуществлять с помощью программного продукта ТехноКАД. Интерфейсы ТехноКАД разработаны практически для всех САПР конструирования, что обеспечивает возможность применения системы ТехноПро в любом комплексе автоматизации проектирования и производства. Кроме интерфейсов с САПР, разработаны интерфейсы ТехноПро с различными системами управления проектами (PDM), что позволяет оперативно использовать данные технологических процессов в управлении производством.

Для разработки общих технологических процессов для каждого типа втулки предлагается использовать САПР ТП «ТехноПро».

Реализация технологической части проекта осуществлялась с помощью системы автоматизированного проектирования технологических процессов ТехноПро. Система предназначена для проектирования операционных, маршрутно-операционных и маршрутных технологических процессов (ТП), включая формирование маршрута, операций и переходов, с выбором оборудования, приспособлений, подбором инструментов, формированием текстов переходов, расчетом технологических размерных цепей, режимов обработки и норм изготовления. Наряду с оригинальным методом проектирования на основе Общих технологических процессов (ОТП) система поддерживает большинство традиционных методов: проектирование по типовому процессу, групповому процессу, процессу аналогу, синтез ТП.

Общая методика создания общих технологических процессов состоит из следующих этапов:

1. Создать параметрический чертеж детали «Втулка» с помощью lisp-программы «vtulki» [1].
2. Сохранить параметрический чертеж на диске. На рис. 1 представлен результат работы программы «vtulki».
3. Создать связь параметрического чертежа AutoCad и ТехноПро с помощью программы ТехноКАД 5.
4. Разработать общий технологический процесс на каждый тип втулки (четыре технологических процесса).

В результате для каждого параметрического чертежа были созданы все необходимые переходы и указаны параметры, их характеризующие. На рис. 2 показан пример создания переходов.

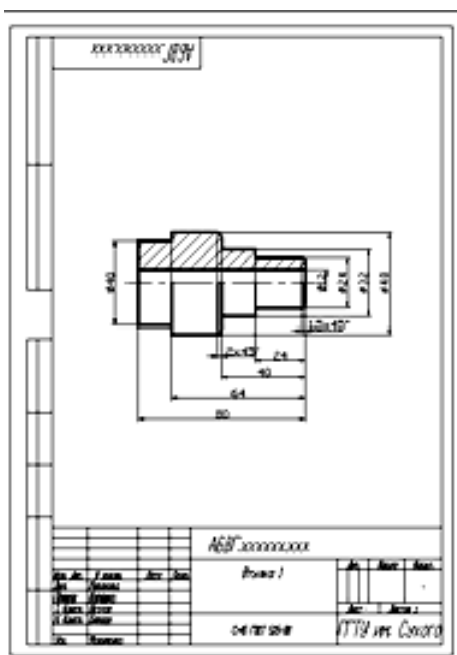


Рис. 1. Результат работы программы «vtulki»

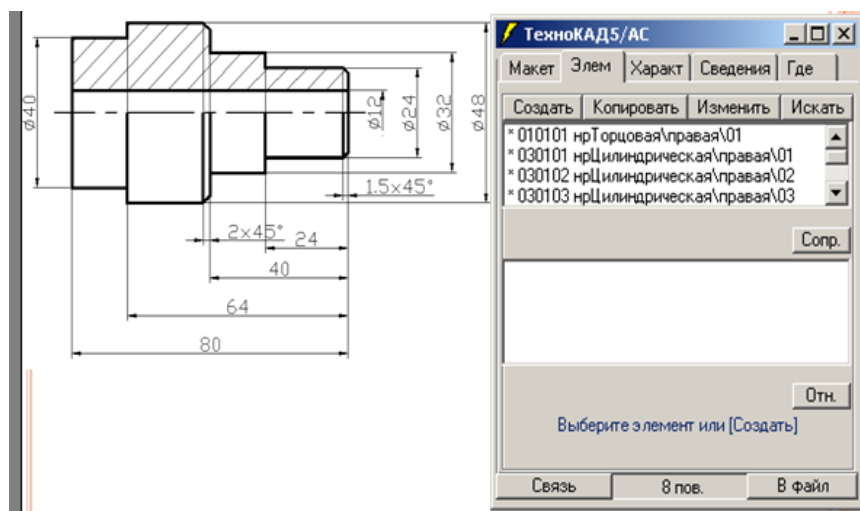


Рис. 2. Создание переходов для первого типа втулки

При проектировании технологического процесса в системе «ТехноПро» технолог общается с ЭВМ на языке, максимально приближенном к его предметной области. Он оперирует со знакомыми ему понятиями: деталь, операция, переход, карта, эскиз и т. д. Сведения о детали можно вводить с клавиатуры или считывать с введенного заранее в системе AutoCAD электронного чертежа.

На рис. 3 показаны формы для заполнения содержания операций и переходов соответственно. Маршрут операций и переходов представлен в виде «дерева», что упрощает формирование технологического процесса. Порядок следования операций или переходов можно изменять нажатием кнопок со стрелками вверх или вниз, при этом номера операций или переходов пересчитываются автоматически.

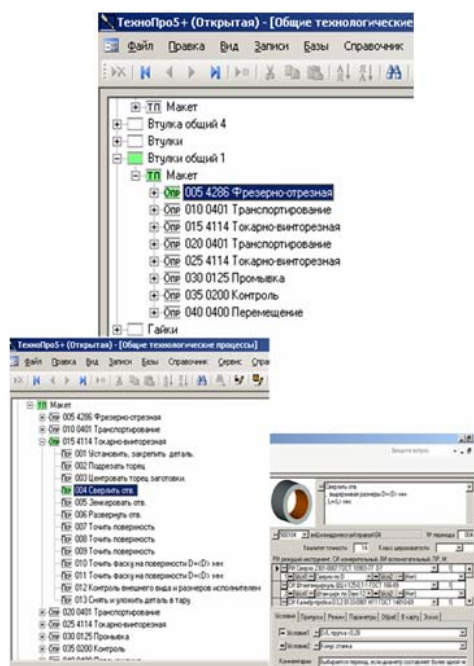


Рис. 3. Пример заполнения операций и переходов в ТехноПро

Итак, для автоматизации формирования конструкторской документации на детали типа «Втулка» предлагается использовать программу «vtulki», которой могут воспользоваться студенты в курсовых и дипломных работах, а также пользователи-конструкторы. А для разработки конкретных технологических процессов для заданного типа втулки предлагается воспользоваться разработанными в ТехноПро общими технологическими процессами.

Литература

1. Рыбакова, А. В. Автоматизация формирования конструкторской документации на детали типа «Втулка» в AutoCAD / А. В. Рыбакова // Актуальные вопросы физики и техники : материалы IV Респ. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 15 апр. 2015 г. : в 3 ч. Ч. 3. – С. 135–138.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ВТОРОГО ПОРЯДКА ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. А. Самусевич

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

Научный руководитель В. С. Мурашко

Принятие проектных решений в машиностроении и оценка их качества в основном осуществляются на основании данных эксперимента. Задача извлечения наибольшего объема информации об изучаемых процессах или устройствах при ограничениях по затратам является в настоящее время достаточно актуальной.

Большие перспективы для целей прогноза состояний и оптимизации технических решений имеет использование методов математической теории планирования эксперимента, которые позволяют получить достаточно представительные эмпири-

ческие данные с минимальными затратами средств и времени при исследовании сложных систем. Как правило, эксперименты проводятся для решения двух классов задач – оптимизационных и интерполяционных.

В данной работе рассматривается интерполяционная задача построения математической формулы для предсказания значений элементов технологических процессов с $k = 3$ варьируемыми факторами: x_{01}, x_{02}, x_{03} методом ротатабельного планирования второго порядка.

Общий вид математической модели (уравнения регрессии) второго порядка для трех факторов:

$$y = b_0 + b_{11} \cdot X_1 + b_{22} \cdot X_2 + b_{33} \cdot X_3 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + b_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + b_{23} \cdot X_2 \cdot X_3 + b_{11} \cdot X_1^2 + b_{22} \cdot X_2^2 + b_{33} \cdot X_3^2.$$

С целью определения коэффициентов регрессии проводится полный факторный эксперимент по следующему алгоритму.

1. Построение матрицы планирования эксперимента.

Для проведения эксперимента переход от кодированных значений переменных к натуральным осуществляется с использованием следующих зависимостей:

$$\frac{x_i - x_{0i}}{\varepsilon_i} = \pm 1 \quad \text{и} \quad \frac{x_i - x_{0i}}{\varepsilon_i} = \pm \alpha_i,$$

где ε_i – значения интервалов варьирования факторов.

Так как рассматривается трехфакторный эксперимент, то имеем: $k = 3$ – количество факторов; число точек ядра $n_c = 8$; число центральных точек $n_0 = 6$; общее число опытов $N = 20$; число звездных точек $n_k = 6$; величина плана для звездных точек $\alpha = 1,68179$. План проведения эксперимента представлен на рис. 1.

2. Построение матрицы с результатами проведения эксперимента.

3. Расчет коэффициентов регрессии по формулам:

$$b_0 = \frac{A}{n} \left[2\lambda^2(k+2)(0y) - 2\lambda c \sum_{i=1}^k (i iy) \right];$$

$$b_i = (c/n)(iy); \quad b_{ii} = \frac{A}{n} \left[c^2 [(k+2)\lambda - k](i iy) + c^2(1-\lambda) \sum_{i=1}^k (i iy) - 2\lambda c(0y) \right]; \quad b_{iu} = \frac{c^2}{n\lambda} (i uy);$$

$$S_{b_0}^2 = \frac{2A\lambda^2(k+2)}{n} S_{\text{восп}}^2; \quad S_{b_{ii}}^2 = \frac{A[(k+1)\lambda - (k-1)c^2]}{n} S_{\text{восп}}^2;$$

$$S_{b_{iu}}^2 = \frac{c^2}{\lambda n} S_{\text{восп}}^2,$$

где $(0y) = \sum_{j=1}^n x_{0j} y_j$; $(i iy) = \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 y_j$; $(iy) = \sum_{j=1}^n x_{ij} y_j$; $(i uy) = \sum_{j=1}^n x_{ij} x_{uj} y_j$; $c = \frac{n}{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2 y_j}$;

$$A = \frac{1}{2\lambda[(k+2)\lambda - k]}; \quad \lambda = \frac{nk}{(k+2)n_1} = \frac{k(n_1 + n_0)}{(k+2)n_1}.$$

Матрица планирования эксперимента				
Название части плана	Номер опыта	Уровни фактора		
		X1	X2	X3
План Z ³ "ядро плана" N=8	1	1	1	1
	2	-1	1	1
	3	1	-1	1
	4	-1	-1	1
	5	1	1	-1
	6	-1	1	-1
	7	1	-1	-1
	8	-1	-1	-1
"Звездные точки" n _к =6 a=1,682	9	1,681792831	0	0
	10	0	1,681792831	0
	11	0	0	1,681792831
	12	-1,681792831	0	0
	13	0	-1,681792831	0
	14	0	0	-1,681792831
"Нулевые точки" n ₀ =6	15	0	0	0
	16	0	0	0
	17	0	0	0
	18	0	0	0
	19	0	0	0
	20	0	0	0

Рис. 1. План проведения эксперимента

4. Определение значимости коэффициентов регрессии.

Значимость коэффициентов проверяется по критерию Стьюдента: $t_i = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}$. Если

$t_i > t_{\text{критическое}(0,05; n_0-1)}$, то коэффициент считается значимым. Здесь n_0 – число опытов в центре плана; n_1 – число остальных опытов.

Если какой-либо из квадратичных эффектов оказался незначимым, то после его исключения коэффициенты уравнения регрессии необходимо пересчитать заново.

5. Проверка адекватности математической модели по критерию Фишера.

При использовании ротатабельных планов второго порядка дисперсию воспроизводимости можно определить по опытам в центре плана. В связи с этим при проверке адекватности уравнения регрессии, полученного по ротатабельному плану второго порядка, поступают следующим образом.

Находят остаточную сумму квадратов $S_1^2 = \sum_{j=1}^n (y_j - \tilde{y}_j)^2$ с числом степеней сво-

боды $m_1 = n - l = n - \frac{(k+2)(k+1)}{2}$. По опытам в центре плана определяют сумму

квадратов воспроизводимости $S_2^2 = \sum_{j=1}^{n_0} (y_{0j} - \bar{y}_{0j})^2$ с числом степеней свободы

$m_2 = n_0 - 1$. Далее находят сумму квадратов, характеризующих неадекватность $S_3^2 = S_1^2 - S_2^2$, число степеней свободы которой

$m_3 = m_1 - m_2 = n - \frac{(k+2)(k+1)}{2} - (n_0 - 1)$. Проверяют адекватность по F -критерию

Фишера: $F = \frac{S_3^2 / m_3}{S_2^2 / m_2}$. Уравнение адекватно, если $F < F_{\alpha; m_3; m_2}$.

6. Перевод математической модели из кодированных значений факторов в натуральные.

7. Анализ полученного уравнения на экстремум

Решение вручную поставленной интерполяционной задачи требует очень много временных затрат и не исключает случайных ошибок, которые может допустить разработчик.

Предлагается бланк-шаблон реализации представленного алгоритма в Microsoft Excel.

Пользователю необходимо ввести значения нулевых уравнений факторов x_{01} , x_{02} , x_{03} и значения интервалов варьирования факторов (на уровне ± 1) $E1$, $E2$, $E3$ (рис. 2).

k	3	число факторов
a	1,681792831	звездное плечо
n ₀	6	число звездных точек
l	0,838516481	
n ₁	6	число опытов в центре
N	20	общее число строк плана
l	0,857864376	

X01	0,39 E1	0,1
X02	2,00 E2	0,5
X03	15,00 E3	5

X01(-1)	0,20	X02(-1)	1,50
X01(+1)	0,40	X02(+1)	2,50
X010	0,30	X020	2,00
ES	0,1	w0	0,5
X01(-a)	0,131820717	X02(-a)	1,159103585
X01(+a)	0,468179283	X02(+a)	2,840896415
X03(-1)	10,00		
X03(+1)	20,00		
X03(-a)	6,591035847		
X03(+a)	23,40896415		
X030	15,00		

Рис. 2. Ввод исходных данных на листе Excel

При построении рабочей матрицы с результатами проведения эксперимента второго порядка, содержащей натуральные значения факторов, пользователю достаточно заполнить три столбца полученными экспериментальными данными t' , t'' , t''' (рис. 3).

N	X01	X02	X03	t'	t''	t'''	Yj
1	0,4	2,5	20	42,3	42,2	42,1	42,2
2	0,2	2,5	20	38,3	38,5	38,4	38,4
3	0,4	1,5	20	36,5	36,4	36,3	36,4
4	0,2	1,5	20	32,8	32,6	32,7	32,7
5	0,4	2,5	10	36,4	36,5	36,6	36,5
6	0,2	2,5	10	33,2	33,3	33,4	33,3
7	0,4	1,5	10	31,2	31	31,1	31,1
8	0,2	1,5	10	28	28,1	28,05	28,05
9	0,468179283	2	15	37,4	37,2	37,3	37,3
10	0,3	2,840896415	23,40896415	39,5	39,6	39,7	39,6
11	0,3	2	15	39,3	39,5	39,4	39,4
12	0,131820717	2	15	31,6	31,55	31,5	31,55
13	0,3	1,159103585	6,591035847	30,35	30,3	30,4	30,35
14	0,3	2	15	30,6	30,7	30,5	30,6
15	0,3	2	15	34,2	34,3	34,4	34,3
16	0,3	2	15	34,4	34,3	34,5	34,4
17	0,3	2	15	34,3	34,1	34,2	34,2
18	0,3	2	15	34,3	34,2	34,1	34,2
19	0,3	2	15	34,2	34,4	34,3	34,3
20	0,3	2	15	34,4	34,3	34,5	34,4

Рис. 3. Построение матрицы с результатами проведения эксперимента

В результате будет сделан вывод об адекватности математической модели и перевод математической модели из кодированных значений факторов в натуральные.

Предлагаемый бланк-шаблон можно использовать, например, для получения математической модели изменения температуры в зоне резания. Основными факторами, влияющими на величину нагрева резца при точении, будем считать скорость резания V м/мин, подачу S мм/об и глубину резания t мм.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В ТРАКТОРНЫХ ДВС

А. А. Тригуб

Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки

Научный руководитель А. Н. Карташевич

На сегодняшний день все большую популярность в качестве альтернативного источника энергии получает биогаз. По своим свойствам биогаз наиболее близок к природному газу, состоящему из 80–98 % метана. Преимущественно биогаз состоит из метана (50–75 %) и углекислого газа (25–50 %). Теплота сгорания биогаза напрямую зависит от содержания в нем метана. Энергетическая ценность одного кубического метра (м^3) биогаза с содержанием метана 60 % составляет около шести киловатт-часов ($\text{кВт} \cdot \text{ч}$), что эквивалентно примерно 0,6 л жидкого топлива [1].

В результате работы, выполненной компанией InterForest Energy Ltd, были получены расчеты, наглядно обосновывающие перспективу внедрения биогазовых энергокомплексов. Согласно этим данным, стоимость 1000 м^3 биогаза ниже в 4–5 раз, чем природного газа [2] (рис. 1).

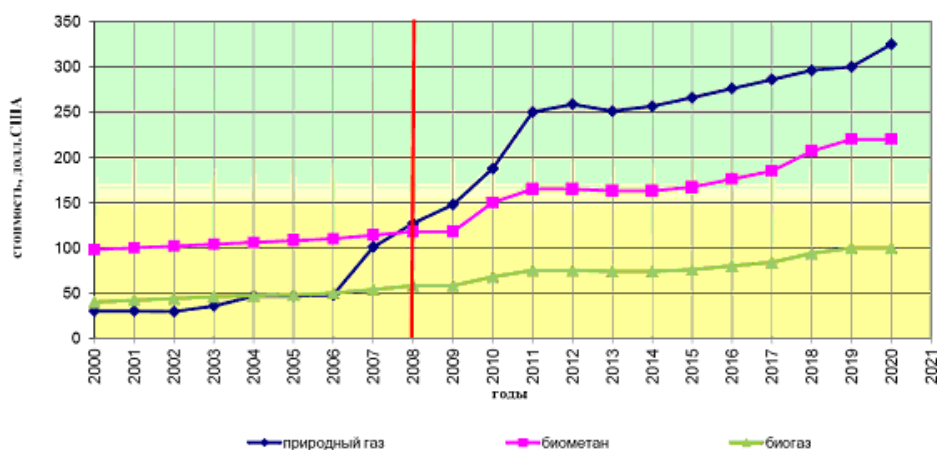


Рис. 1. Рост стоимости биометана в сопоставлении с природным газом

Получаемый из навоза и помета биогаз может быть использован только для генерации электроэнергии и получения тепла. Чтобы исходный биогаз использовать в качестве моторного топлива, необходимо его очистить до состояния биометана, т. е. удалить излишки CO_2 и другие примеси. После этой процедуры получаемый газ имеет практически однородный состав, содержащий до 95–98 % метана CH_4 .

Биометан, как и другие газовые топлива, имеет низкую объемную концентрацию энергии, поэтому в качестве моторного топлива он может применяться в сжатом (до 20–40 МПа) или сжиженном состоянии [3, с. 286].

Биометан, как моторное топливо, имеет высокую теплоту сгорания 50–55 МД/кг и октановое число – 110. По сравнению с нефтяными моторными топливами биометан имеет более высокую детонационную стойкость, что позволяет в двигателях внутреннего сгорания снижать концентрацию вредных веществ в отработанных газах и уменьшать количество отложений в двигателе. Ввиду отсутствия жидкой фазы масляная пленка с цилиндров двигателя не смывается, износ деталей цилиндропоршне-

вой группы уменьшается в два раза и, соответственно, возрастает надежность и долговечность двигателя. Анализ результатов исследований токсичности газобаллонных автомобилей, проведенных за рубежом, показывает, что при использовании биометана выброс токсических составляющих (г/км) в атмосферу города снизился: по оксиду углерода в 5–10 раз, углеводородам – в 3 раза, окислам азота – в 1,5–2,5 раза, ПАУ – в 10 раз, дымности – в 8–10 раз, в зависимости от типа автомобиля [4].

При совместном использовании биометана с дизельным топливом привлекают два момента: 1) не нужно вносить серьезных изменений в двигатель и топливную аппаратуру; 2) всегда можно вернуться к 100%-му использованию дизеля. Не менее важны экономия 75–80 % дизельного топлива, снижение в 2–4 раза дымности отработанных газов дизеля, а также увеличение в 1,5–1,7 раза суммарного запаса хода транспортного средства.

В газодизельном режиме 70–85 % газозоудшной смеси в общем цикловом заряде сгорает практически без детонации с наибольшей эффективностью.

Газодизельному оборудованию присуща простота в эксплуатации, минимальные затраты на техническое обслуживание и увеличение возможности использования трактора в рабочем технологическом цикле без дозаправки практически в два раза.

На сегодняшний день в Беларуси функционирует 8 биогазовых комплексов, в том числе 2 электростанции на свалочном газе, 5 биогазовых комплекса на отходах сельскохозяйственного производства и 1 на отходах промышленного производства. Также ведутся работы по вводу в эксплуатацию еще 8 объектов.

В 2008 г. были введены в эксплуатацию три биогазовые установки, предназначенные для выработки электроэнергии из отходов животноводческого производства. Одна из установок мощностью 340 кВт построена в районе Заславля на Племптице-заводе «Белорусский», другая, мощностью 520 кВт – в Брестской области в свиноводческом селекционно-гибридном центре «Западный», третья – на ОАО «Гомельская птицефабрика» мощностью 330 кВт.

Совсем недавно были введены в эксплуатацию биогазовые комплексы в Агрокомбинате «Снов» (2 МВт) и СПК «Лань-Несвиж» (1,4 МВт), функционирующие на отходах животноводства. В Бресте функционирует биогазовый комплекс на иле и осадке сточных вод водоочистных сооружений. В Тростенце работает комплекс по сбору свалочного газа мощностью 2,0 МВт [5].

В процессе реализации находятся биогазовые комплексы на следующих предприятиях Республики Беларусь: Филиал ОАО «Молодечненский молочный комбинат» Вилейский гормолзавод; ОАО «Гомельские молочные продукты»; ОАО «Барановичский водоканал»; Бобруйское государственное предприятие «Водоканал».

В перспективе строительство биогазовых комплексов на животноводческих отходах предполагается на следующих предприятиях: ОАО «Журавлиное»; ОАО «Василишки»; ОАО «Александрийское»; ОАО «Беларуськалий» (хозяйство «Величково»).

На рис. 2 представлены действующие биогазовые комплексы, предназначенные для выработки электроэнергии из отходов животноводческого производства на территории Беларуси.

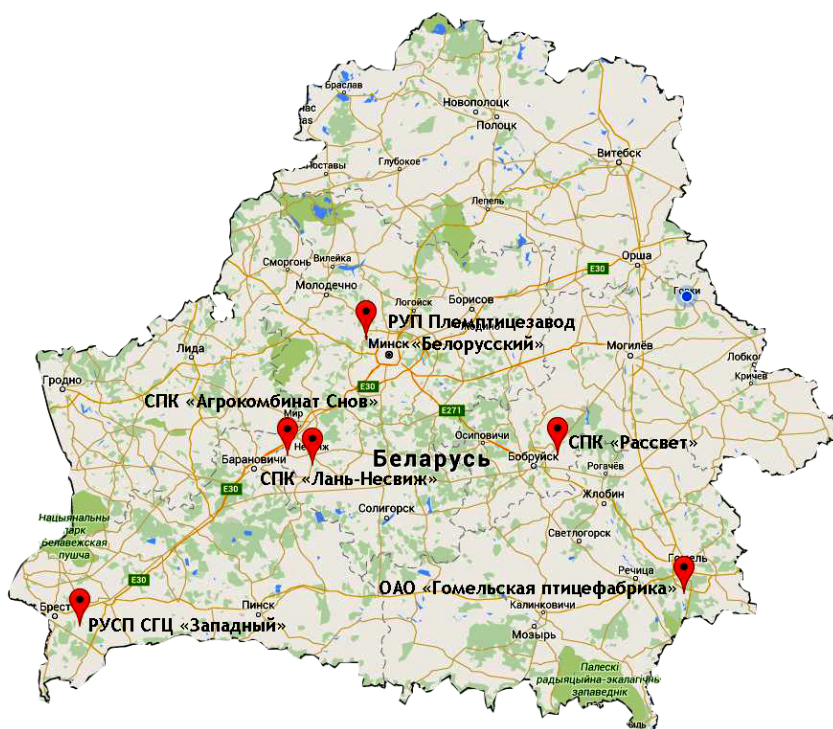


Рис. 2. Действующие биогазовые комплексы на территории Беларуси

В заключение можно сделать вывод, что применение биогаза является реальным способом снижения использования углеводородных топлив. Строительство биогазовых установок на территории Беларуси дает перспективы к использованию биометана в качестве топлива для сельскохозяйственной техники. Получение биогаза можно рассматривать не только как дополнительный источник дохода, но и способ утилизации органических отходов. Переброшенная масса – это готовые экологически чистые жидкие и твердые биоудобрения. При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30–50 %.

Литература

1. Что такое биогаз? – Режим доступа: <http://www.weltec-biopower.ru/Biogaz.1049.0.html>.
2. Биогаз и современные тенденции технологического развития проектов. Предложения и перспективы. – Режим доступа: http://www.energetische-biomassennutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/Osteuropa/BE_Drozdowa_Tatjana.pdf.
3. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки : БГСХА, 2012. – 367 с.
4. Биогазовые установки российского производства. – Режим доступа: <http://agnks.ru/biogaz/>.
5. Возможности внедрения биогазовых установок в Республике Беларусь. – Режим доступа: belisa.org.by/ppt/Podymako_sem_16_11.2012.ppt.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ ВАГОНА-ШЛАКОВОЗА

Н. Ю. Тысева

Брянский государственный технический университет, Россия

Научный руководитель Д. Я. Антипин

Выполнено исследование безопасности эксплуатации специализированного вагона для перевозки шлака. Вагон относится к подвижному составу промышленного транспорта и предназначен для приема шлака из сталеплавильного агрегата, транспортировки и разгрузки его в отвал или грануляционную установку.

Анализ конструкции несущей рамы вагона-шлаковоза показал, что она состоит из двух концевых полурам, соединенных продольной балкой изогнутой формы. Продольная балка имеет замкнутое коробчатое сечение. Несущая конструкция рамы сварена из листов углеродистой стали марки Ст16С различной толщины [1].

Анализ мирового опыта конструирования технологического оборудования для горнодобывающей и металлургической промышленности показал тенденцию активного использования при создании несущих конструкций высокопрочных сталей с пределом текучести более 400 МПа [2].

Обзор отечественного рынка высокопрочных сталей позволил установить, что лидером в производстве подобной продукции является ПАО «Северсталь».

Из номенклатуры производимого предприятием проката в наибольшей степени эксплуатационным требованиям проектируемой несущей конструкции соответствует микролегированная сталь повышенной прочности марки S550MC. Данный материал активно используется при создании несущих конструкций грузовых автомобилей ПАО «КАМАЗ».

Также на основе анализа результатов эксплуатации вагона-аналога на металлургических предприятиях страны для повышения изгибной жесткости рамы и, как следствие, долговечности предложено дополнительно ввести в конструкцию продольной балки два вертикальных листа толщиной 6 мм, по форме повторяющих вертикальные листы вагона-аналога. Предложенные совершенствования позволили снизить тару вагона на 32 %.

На следующем этапе работы выполнено исследование работоспособности предложенной несущей конструкции. В качестве метода для исследования приняты твердотельное компьютерное моделирование и метод конечных элементов.

На первом этапе исследования выполнена оценка влияния предложенных конструктивных решений на безопасность движения вагона-шлаковоза.

С учетом низкой эксплуатационной скорости вагона (до 15 км/ч) и особенностей конструкции, связанных с высоким центром тяжести вагона, критериями, определяющими безопасность движения, являются коэффициенты запаса устойчивости колесной пары против схода с рельса и опрокидывания в кривых участках пути, а также силы отжатия рельса.

Оценка указанных динамических параметров вагона выполнялась методами компьютерного моделирования на основе разработанной в среде программного комплекса исследования динамики систем тел «Универсальный механизм» компьютерной модели вагона (рис. 1). В основу модели положена твердотельная пространственная модель вагона, созданная в среде промышленного программного комплекса трехмерного проектирования Siemens PLM Software NX.

Компьютерная модель представляет собой систему абсолютно твердых тел, связанных упруго-диссипативными и контактными элементами и шарнирами. Исследование

динамических параметров вагона проводилось для эксплуатационных режимов движения вагона по реальным неровностям металлургического предприятия на прямых участках пути, в кривых (включая кривые малого радиуса), а также противошерстное прохождение стрелочного перевода типа Р65 марки 1/9 (проект 2434.00.000).

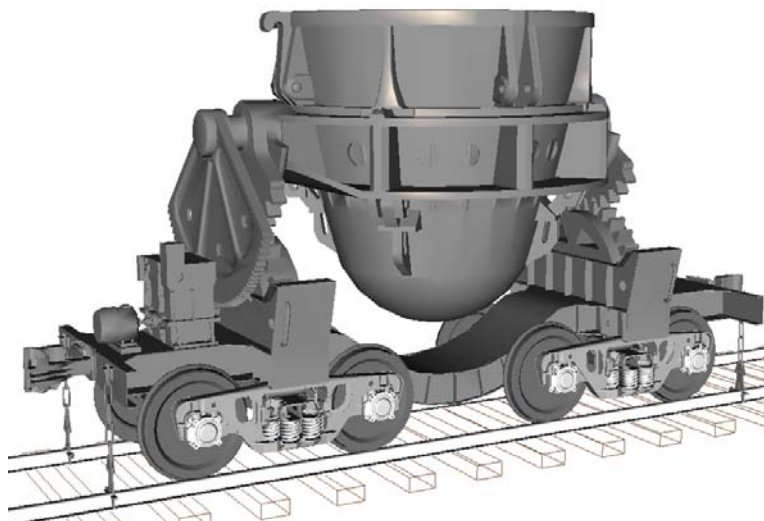


Рис. 1. Компьютерная модель вагона-шлаковоза

Полученные в результате моделирования значения коэффициентов безопасности и сил отжатия рельсов для предлагаемой усовершенствованной конструкции вагона-шлаковоза не превысили значений, рекомендуемых нормативными документами [3].

На втором этапе проведена оценка прочности предлагаемой несущей конструкции с использованием метода конечных элементов. Для этого на основе разработанной твердотельной пространственной модели рамы с использованием встроенных возможностей модуля AdvancedSimulation программного комплекса Siemens PLM Software NX [4] создана конечно-элементная модель несущей конструкции.

Полученная конечно-элементная модель была закреплена в пространстве как абсолютно твердое тело путем введения связей в пятниковые узлы.

Нагружение конечно-элементной модели выполнялось в соответствии с рекомендациями «Норм» для двух режимов эксплуатации конструкции:

- соответствующему троганию с места, осаживанию или торможению при малых скоростях, предусматривающему учет совместно с действием продольных сил вертикальной статической нагрузки брутто;

- соответствующему движению вагона с конструкционной скоростью, предусматривающему совместно с действием продольных сил учет вертикальной динамической нагрузки при максимально допустимых скоростях движения, а также боковой нагрузки.

Величина продольных усилий принималась в соответствии с расчетными режимами для вагонов промышленного транспорта и составила 1 МН.

Полученные в результате расчета напряжения для рассматриваемых режимов эксплуатации приведены в таблице. На рис. 2 приведена картина напряженно-деформированного состояния несущей конструкции рамы вагона-шлаковоза, соответствующая ее нагружению усилиями, рекомендуемыми для первого расчетного режима (сжатие).

Анализ результатов расчета показал, что наибольшие напряжения действуют в средней части продольной балки (рис. 2). При этом максимальные значения действующих напряжений (см. таблицу) не превышают допустимых со значительным коэффициентом запаса, необходимым для обеспечения усталостной прочности.

На основании полученных результатов расчетов можно сделать вывод о работоспособности предложенной несущей конструкции. Полученное снижение тары вагона позволяет проводить дальнейшие конструкторские изыскания с целью совершенствования конструкции вагона-шлаковоза, в частности, путем обеспечения его автономности и самоходности.

Максимальные напряжения, действующие в несущей конструкции рамы, МПа

Режимы нагружения	Максимальные действующие напряжения σ_{\max}	Допускаемые напряжения $[\sigma]$
I режим (сжатие)	246	468
I режим (растяжение)	248	
III режим (сжатие)	250	
III режим (растяжение)	221	

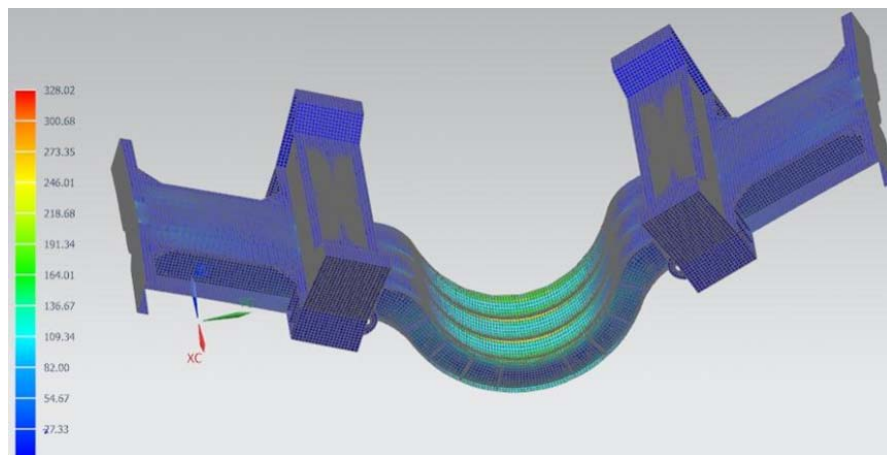


Рис. 2. Картина напряженно-деформированного состояния несущей конструкции рамы вагона-шлаковоза (I режим, сжатие)

Литература

1. Шевченко, П. В. Вагоны промышленного железнодорожного транспорта / П. В. Шевченко, А. П. Горбенко ; под ред. П. В. Шевченко. – К. : Вища шк., 1980. – 224 с.
2. Сидоров, Л. Использование высокопрочных сталей в машиностроении / Л. Сидоров // НМ Оборудование. – 2005. – № 2. – С. 58–60.
3. NX для конструктора-машиностроителя / П. С. Гончаров [и др.]. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
4. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) / ГосВНИИВ ВНИИЖТ. – М., 1996. – 319 с.
5. Гончаров, П. С. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ / П. С. Гончаров. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 504 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КАК ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Т. А. Федорова

*Приднестровский государственный университет имени Т. Г. Шевченко,
Бендерский политехнический филиал*

Научный руководитель А. З. Симкин

На современном этапе в условиях мирового кризиса государственная политика в области качества имеет приоритетное значение для развития любого государства. Приднестровская молдавская республика (ПМР) обладает значительным промышленным потенциалом. Промышленный комплекс Приднестровья включает в себя следующие отрасли: черная металлургия, металлообработка, машиностроение, электроэнергетика, электротехническая, химическая, деревообрабатывающая, мебельная, полиграфическая, легкая промышленность, промышленность строительных материалов. Многие виды продукции, выпускаемые в Приднестровье, имеют сертификаты, подтверждающие соответствие их качества мировым стандартам. Важнейшим видом промышленной продукции, производимой предприятиями Приднестровья, является в том числе и машиностроительная продукция. В связи с этим необходимо уделить особое внимание развитию политики в области качества машиностроения ПМР.

На сегодняшний день управление качеством представляет собой комплексный системный подход, объединяющий в единую, уникальную, охватывающую все предприятие систему, лучшие из известных в настоящее время методов обеспечения и повышения качества [1].

Система управления организации зависит от задач организации, вида производимой продукции и конкретного практического опыта. Главная цель общего руководства качеством – такое совершенствование систем и процессов, при котором можно добиться постоянного улучшения качества. Из обязанностей специализированной службы – обеспечение качества превращается в цельную философию, принимаемую всеми подразделениями предприятия, основу корпоративной культуры, создаваемую руководством и определяющую все аспекты деятельности. Первым шагом к интеграции систем менеджмента качества в комплексные системы управления предприятиями должна быть формализация свода знаний в области качества и комплекса методов и средств его обеспечения. Следующим шагом в этом направлении должно стать применение моделей всеобщего управления качеством (TQM) и стандартов ИСО серии 9000 в качестве основы для создания комплексных систем управления с учетом особенностей конкретного предприятия.

Система повседневного управления организацией, основанная на принципах непрерывного совершенствования, должна нацеливать на поиск кардинальных усовершенствований производственных процессов и процессов СМК. Для этого руководству организацией необходимо изучить существующие проблемы и отыскать новые возможности, наметить наиболее приоритетные изменения, которые требуются для совершенствования системы управления повседневной работой организации и производственных процессов. Управление текущей работой должно быть основано на фактических данных, для чего необходимо сочетать измерения показателей со статистическим анализом и графическим представлением данных, позволяющих отслеживать современное состояние и тенденции изменения эффективности. Ключевой составляющей при этом должна быть система измерений параметров важнейших технологических процессов в контрольных точках, где ими можно управлять, эта система должна обладать не только возможностями диагностики, но также создавать условия для прогнозирования [1].

Основой управления качеством продукции на предприятиях Приднестровья и других государств должна быть долгосрочная стратегия в отношении качества выпускаемой продукции. Эта стратегия или «политика в области качества» разрабатывается на уровне высшего руководства предприятия, а конкретизируется в оперативных планах обеспечения установленного уровня качества.

Одним из основополагающих принципов управления промышленным производством является принцип экономичности и эффективности. Он заключается в эффективном расходовании ресурсов в процессе производства, разработке экономичных технологических процессов. Из данного принципа вытекают определенные требования как к системе управления производством в целом, так и к системе управления качеством, которая является одним из важнейших ее элементов и органически связана со всеми звеньями производственного процесса. В связи с этим все большую значимость приобретает поиск новых организационно-технических форм и методов повышения эффективности систем управления производством и качеством продукции [2]. Для достижения этих целей большое организационно-методическое значение имеют международные стандарты серии ИСО 9004 : 2000, где регламентированы вопросы оценки эффективности системы менеджмента качества (СМК). Эффективная система качества может сильно влиять на рентабельность организации за счет совершенствования хозяйственной деятельности, что приводит к сокращению потерь вследствие ошибок, и более полного удовлетворения требований потребителей. Такая система оценивания и отчетности способствует выявлению неэффективных видов деятельности и реализации мер по улучшению качества. В качестве одного из рекомендуемых методов сбора, представления и анализа элементов экономической информации в стандарте рассматривается калькуляционный метод.

Оценка и анализ затрат на обеспечение качества продукции позволяют службам СМК оценивать эффективность планов и программ, направленных на повышение качества продукции. В последующих изданиях указанного выше стандарта, включая последнюю версию ИСО 9004 : 2009 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества», которая во всех ведущих странах мира стала национальным стандартом (в России это ГОСТ Р ИСО 9004–2010), принципы повышения эффективности систем управления производством и качеством продукции были распространены практически на всю основную деятельность предприятий. В работе В. В. Хоменко инструментом повышения эффективности взаимодействия службы СМК предприятия с экономическими службами рассматривается внедрение методов технико-экономического управления качеством продукции (ТЭУКП).

Рассматривая управление качеством, цели ТЭУКП должны совпадать с целями СМК, т. е. направлены на обеспечение и повышение качества продукции, при этом особенности ТЭУКП могут заключаться только в специфике его информационного обеспечения. Исходя из принципа экономичности и эффективности управления, оно должно включать в себя данные о затратах, связанных с управлением качеством, и их результатах, т. е. об изменении качества продукции и, соответственно, технико-экономических показателей ее производства и эксплуатации. Следовательно, данная информация должна иметь технико-экономический характер. Однако сложности внедрения данного направления менеджмента качества обусловлены отсутствием необходимых специалистов в службах СМК предприятий или их неподготовленностью, а также значительным объемом необходимой информации, трудностями ее сбора и обработки.

Производство в ряде отраслей промышленности, в том числе машиностроения, приборостроения и др., характеризуется многономенклатурностью, большим объе-

мом опытного, единичного и мелкосерийного производства, частой сменяемостью производства, большим объемом конструкторских и технологических изменений, повышением требований к качеству и конкурентоспособности продукции и т. д. В этих условиях применение принципов всеобщего управления качеством и методов технико-экономического управления качеством продукции может обеспечить службы СМК и руководство предприятий дополнительной полезной информацией. По мере внедрения на предприятиях современных информационных технологий поддержки жизненного цикла (PLM), систем управления данными об изделиях (PDM), а также автоматизированных систем управления ресурсами предприятия (ERP) возможности получения и обработки полученной информации возрастают. Наличие данных систем позволяет стандартизировать и автоматизировать бизнес-процессы подготовки, обработки, сортировки и представления технико-экономической информации лицам, принимающим решения по соответствующим вопросам управления качеством.

Однако в отличие от указанных выше автоматизированных систем типовые системы управления качеством продукции (АСУ качеством) пока активно не разрабатываются и не внедряются на предприятиях машиностроительной отрасли Приднестровья. Это связано с рядом факторов, таких, как неразвитость на многих предприятиях систем PDM и ERP, недостаток средств, низкий спрос со стороны предприятий и др. Одним из путей создания профессиональных систем автоматизации является обобщение опыта передовых предприятий по созданию АСУ качеством. В работах Г. Б. Бурдо, Н. А. Семенова, А. Ю. Сорокина представлена модель АСУ качеством в машиностроительном производстве, также в работе А. Б. Орлова рассмотрены возможные направления и перспективы создания автоматизированных систем управления качеством на предприятиях и в организациях.

Таким образом, предприятия промышленного сектора Приднестровского региона, в том числе машиностроения, для повышения конкурентоспособности и возможности реализовать свою продукцию на международном рынке должны предпринять ряд активных действий по улучшению качества выпускаемой продукции: осуществлять внедрение системы международных стандартов ИСО 9000-9004, принятых Международной организацией по стандартизации (ИСО); должны быть отработаны наиболее важные и нашедшие всеобщее применение в условиях рынка положения, регулирующие функционирование системы управления качеством продукции; в процессе управления качеством продукции особое место должна занимать методология технико-экономического управления качеством продукции; разработка и внедрение интегрированной автоматизированной системы управления качеством, на основе опыта передовых предприятий по созданию АСУ качеством; все мероприятие по улучшению качества должны быть выполнимы, соответствовать целям и задачам предприятия.

Литература

1. Конти, Т. Качество в XXI веке. Роль качества в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого развития / Т. Конти. – М. : Стандарты и качество, 2005. – 280 с.
2. Хоменко, В. В. Методические основы технико-экономического управления качеством высокотехнологичных инновационных проектов и изделий / В. В. Хоменко // *Соврем. технологии упр.* – Режим доступа: <http://sovman.ru/article/3506/>. – Дата доступа: 2013.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВА ФРЕЗЕРОВАНИЯ РЕЗЬБЫ

В. Н. Харламов

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Использование внутренних фрез для нарезания резьб приводит к динамическим нагрузкам на оборудование. Для обеспечения работоспособности процесса резания необходимо выбирать такие рабочие частоты, которые не совпадали бы с собственными частотами фрезерной наладки [1]–[5].

Целью данной работы является расчет собственных частот устройства фрезерования резьбы, а также определение относительных перемещений.

Расчет собственных частот производился в расчетной среде Ansys Mechanical посредством модуля Modal. Для этого строилась блок-схема проекта по расчету собственных частот.

После того как проект подготовлен, выполняется импорт геометрии в модуль анализа (рис. 1).

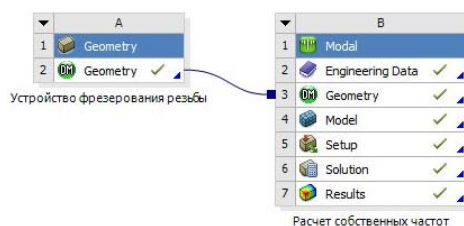


Рис. 1. Блок-схема импорта геометрии

Расчетная модель представляет собой устройство фрезерования резьбы, закрепленное на суппорте станка. Далее убираем из модели все мелкие элементы, которые не оказывают значительного влияния на точность расчета, а именно исключаем из расчета защитный кожух и его крепеж, убираем отверстия под крепление кожуха, а также все мелкие скругления и фаски.

Готовая к расчету модель показана на рис. 2.

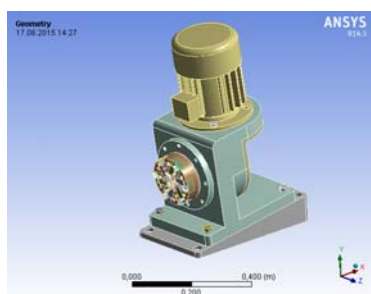
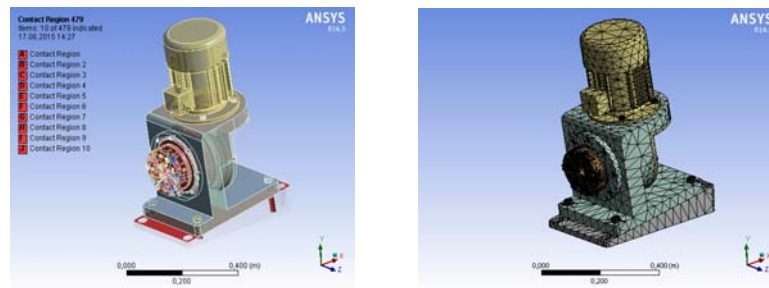


Рис. 2. 3D-модель фрезерной наладки

В полученной модели задавались контактирующие поверхности и граничные элементы.

Затем модель разделялась на конечные элементы (рис. 3).



а)

б)

Рис. 3. Расчетная модель:

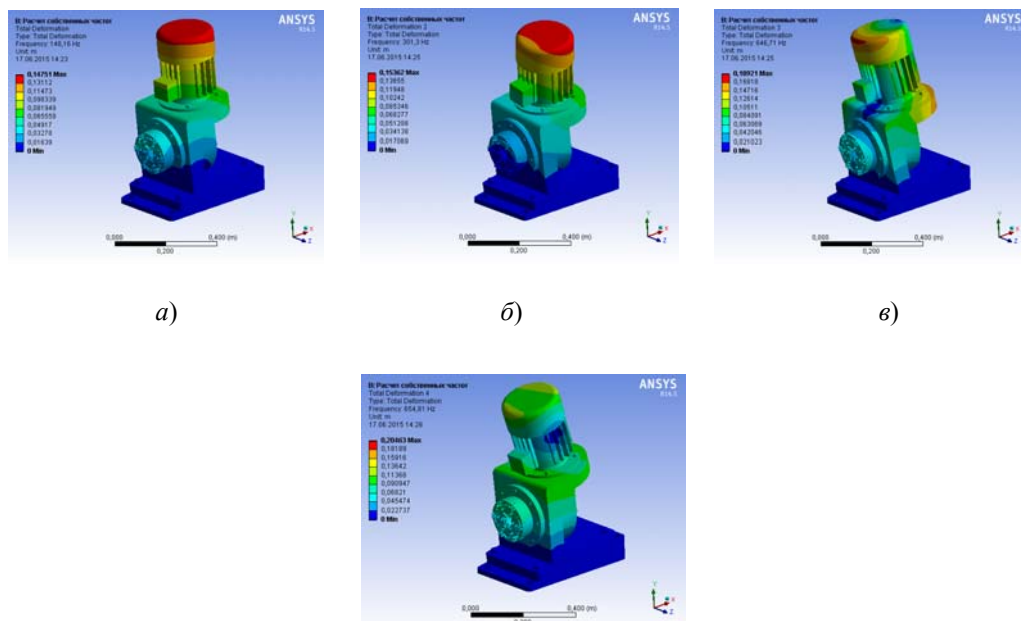
а – контактирующие поверхности; б – конечно-элементная сетка

Используя полученную модель, были рассчитаны собственные частоты, график которых показан на рис. 4.



Рис. 4. Диаграмма основных собственных частот устройства фрезерования резьбы

После того как собственные частоты определены, выполнялся расчет форм перемещений, образуемых данными частотами.



а)

б)

в)

г)

Рис. 5. Картины форм перемещений:

а – первой частоты; б – второй частоты; в – третьей частоты; г – четвертой частоты

Анализируя вышеуказанные результаты, можно сделать следующие выводы.

Собственные частоты устройства фрезерования резьбы находятся в пределах 148,16–654,81 Гц. Максимальные относительные перемещения достигают значений 0,14751, 0,15362, 0,18921, 0,26463 мм, при частотах 1, 2, 3, 4 соответственно. В основном все наибольшие перемещения находятся в верхней части электродвигателя, а в районе резцовой головки перемещения значительно меньше.

Литература

1. Хаэт, Г. Л. Прочность режущего инструмента / Г. Л. Хаэт. – М. : Машиностроение, 1975. – 164 с.
2. Лоладзе, Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т. Н. Лоладзе. – М. : Машиностроение, 1982. – 320 с.
3. Писаренко, Г. С. Прочность металлокерамических материалов и сплавов при нормальных и высоких температурах / Г. С. Писаренко, В. Т. Траценко. – К. : Изд-во АН УССР, 1962. – 164 с.
4. Андреев, Г. С. Напряженное состояние режущей части резца при периодическом резании / Г. С. Андреев // Прочность режущего инструмента : сб. ст. – М. : ВНИИ, 1969. – С. 12–14.
5. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГАЛИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Г. Я. Язмурдова

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

Научный руководитель В. Г. Жогло

Золотухинское месторождение нефти находится в Речицком районе Гомельской области. Семилукская залежь открыта в 1983 г. В структурном отношении она представляет собой моноклиальный блок, который погружается от регионального Малодушинского разлома на север под углом 15–25°. Залежь разбита на блоки секущими нарушениями субмеридионального простирания с амплитудой от 100–200 до 1000 м. Границами залежи с юга, запада и востока являются тектонические нарушения, а с севера – контур нефтеносности с абсолютной отметкой минус 3441 м. Породы-коллекторы семилукских отложений представлены рифогенными известняками и доломитами с редкими маломощными слоями мергелей, глинистых известняков и глин. В известняках отмечаются каверны и разноориентированные трещины, частично либо полностью выполненные вторичным кальцитом, галитом и ангидритом [5].

Средняя мощность нефтенасыщенных пород-коллекторов составляет 22,7 м. Коллекторские свойства пород изменяются по площади без видимых закономерностей. В центральной части залежи коэффициенты продуктивности эксплуатационных скважин достигают 15,4–67,5 м³/сут · МПа, в пределах восточной части они снижаются до 0,14–0,54 м³/сут · МПа (скважины 112 и 113) [5]. Коэффициент проницаемости призабойной зоны скважин варьирует в диапазоне 3,25–93,6 мД (среднее значение 31,4 мД), удаленной зоны – в диапазоне 2,35–150,0 мД (среднее значение 22,0 мД) [3].

Строение пород-коллекторов Припятского прогиба осложнено постседиментационными процессами, среди которых катагенетическое галитообразование в порых,

кавернах и трещинах особенно важно для разработки нефтяных залежей. Катагенетический галит широко распространен в подсоловых и межсоловых формациях ряда соленосных бассейнов. Его образование в Припятском прогибе связано с деятельностью межкристалльных рассолов верхней и нижней галогенных формаций [1].

Разработка нефтяных месторождений Припятского прогиба с использованием пресных вод для вытеснения нефти сопровождается широкомасштабным процессом растворения катагенетического галита и выносом продуктов его растворения на поверхность с попутно добываемой жидкостью. Этот процесс убедительно подтверждается результатами гидрохимического мониторинга разработки нефтяных месторождений [4]. Влияние галитовой минерализации на промысловые показатели работы добывающих скважин проявляется особенно контрастно в том случае, когда в залежь нефти закачиваются пресные или слабоминерализованные воды, обладающие высокой растворяющей способностью по отношению к галиту.

В системе ППД Золотухинского месторождения нефти используются три типа вод [4]: 1) хлоридные кальциево-натриевые рассолы с общей минерализацией около 250 г/л; 2) слабоминерализованные воды с концентрацией солей около 10 г/л; 3) пресная вода. На тех участках, где в пласт закачивается пресная вода, произошло растворение катагенетического галита и резкое увеличение проницаемости основных путей фильтрации. Эти процессы привели к переформированию структуры и элементов фильтрационного потока: изменению направлений и скоростей фильтрации жидкости, перераспределению пластовых давлений. В итоге произошла существенная трансформация условий вытеснения нефти из матрицы породы [1], [3], [4].

Описанные выше процессы не могли не отразиться на параметрах вытеснения нефти из пласта, важнейшим из которых является коэффициент извлечения нефти из недр (КИН) – выраженная в долях единицы или процентах относительная величина, показывающая какая часть геологических запасов нефти может быть извлечена из недр при разработке залежи с применением современной апробированной технологии и техники добычи до предела экономической рентабельности с соблюдением требований охраны недр и окружающей среды.

Оценка влияния процессов растворения катагенетического галита и увеличения проницаемости пород-коллекторов на КИН семилукской залежи нефти Золотухинского месторождения выполнена нами на основе численной гидродинамической модели, созданной в отделе моделирования БелНИПИнефть [3]. Для этого моделирование истории разработки залежи за период с 1.09.1984 г. по 1.09.2015 г. произведено с использованием двух моделей проницаемости пласта. В первом варианте коэффициенты проницаемости расчетных слоев семилукской залежи нефти заданы по результатам адаптации гидродинамической модели на январь 1990 г. (до закачки пресной воды в залежь), во втором варианте - по состоянию на сентябрь 2015 г. (после закачки пресной воды в залежь). Во втором варианте коэффициенты проницаемости зон трещиноватости на гидродинамической модели значительно увеличены в связи с растворением рассеянного в породах катагенетического галита.

По результатам моделирования накопленная добыча нефти на сентябрь 2015 г. в первом варианте составила 1330 условных единиц (у. е.), во втором – 1003 у. е. Учитывая, что геологические запасы нефти семилукской залежи составляют 3210 у. е., текущий КИН на 1.09.2015 г. по 1-му варианту расчета составляет $1330/3210 = 0,414$, а по 2-му варианту – 0,312, т. е. уменьшение КИН составило $(0,414 - 0,312)/0,414 \cdot 100 = 24,6\%$.

Таким образом, увеличение проницаемости пород-коллекторов семилукской залежи нефти Золотухинского месторождения в процессе ее разработки привело к ус-

коренню обводнения добывающих скважин, что отразилось в снижении текущей величины КИН на 14 %.

Литература

1. К вопросу о влиянии галитовой минерализации на особенности разработки залежей нефти в низкопроницаемых породах-коллекторах Припятского прогиба / В. Г. Жогло [и др.] // Природ. ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 14–21.
2. Жогло, В. Г. Обоснование повышения нефтеотдачи пласта путем закачки газа в истощенные залежи нефти Припятского прогиба / В. Г. Жогло, А. В. Кудельский, Д. Г. Митюрин // Літасфера. – Минск, 2015. – № 2 (43). – С. 127–142.
3. О влиянии галитовой минерализации на структуру фильтрационного потока и эффективность разработки семилукской залежи Золотухинского месторождения нефти в Припятском прогибе / В. Г. Жогло [и др.] // Электрон. журн. «Георесурсы, геознергетика, геополитика». – Вып. № 2 (12). – 21 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru>.
4. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений / В. В. Муляк [и др.]. – М. : ГЕОС, 2007. – 245 с.
5. Полезные ископаемые Беларуси : к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П. З. Хомич [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВА ФРЕЗЕРОВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Д. В. Самсонов

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

Использование отрезных резцов приводит к динамическим нагрузкам, которые снижают надежность процесса обработки. 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. Для обеспечения работоспособности процесса резания необходимо выбирать такие конструктивные и технологические методы изготовления резцов, которые обеспечивают необходимую их прочность [1]–[4].

Целью данной работы является повышение прочности напайных отрезных резцов.

Готовая к расчету модель показана на рис. 1.

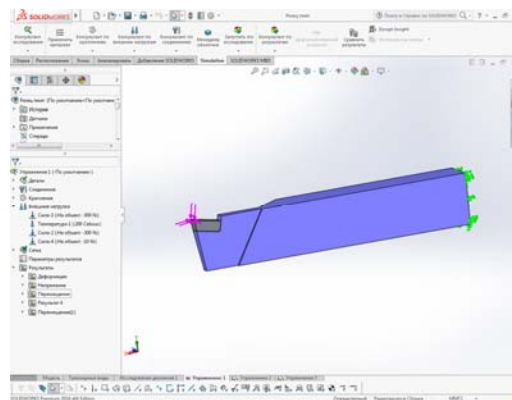


Рис. 1. 3D-модель резца

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

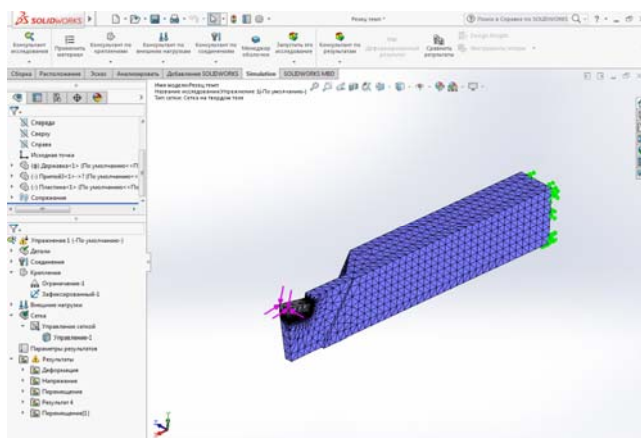


Рис. 2. Расчетная модель

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

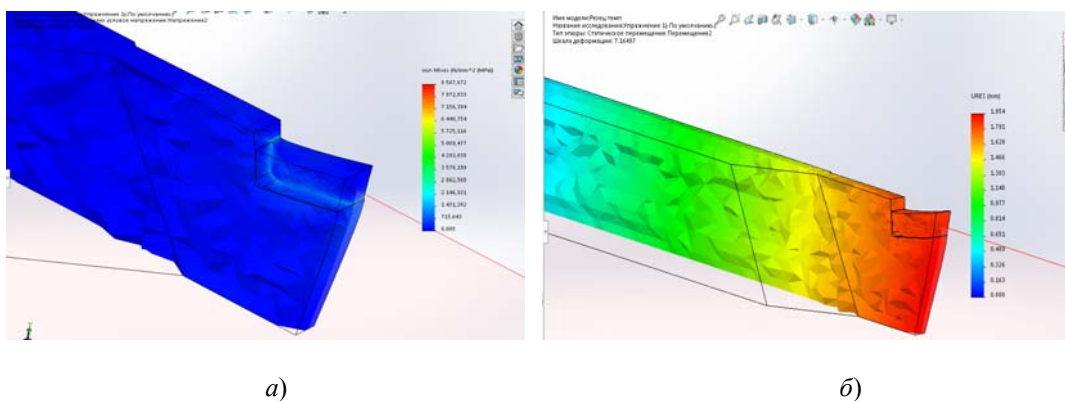


Рис. 3. Картины напряжений (а) и перемещений (б)

На рис. 4 приведено распределение запаса прочности реза.

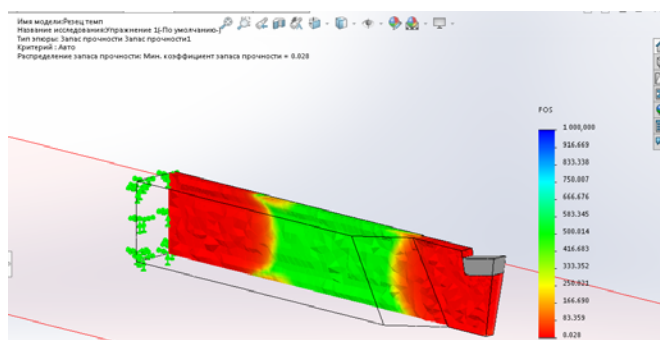


Рис. 4. Распределение запаса прочности

Кроме того, были исследованы варианты форм поверхностей контакта на напряженно-деформированное состояние. Результаты расчетов приведены на рис. 5 и 6.

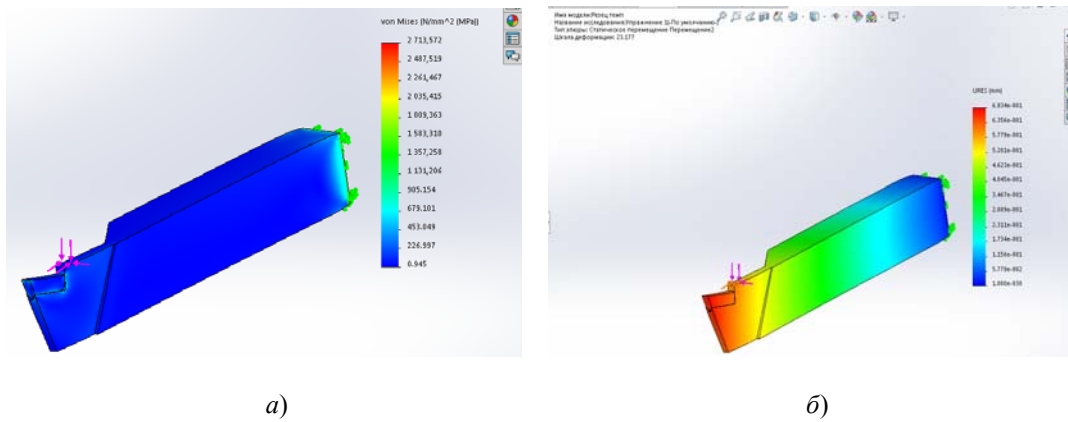


Рис. 5. Картины напряжений (а) и перемещений (б) резцов с угловой формой контакта

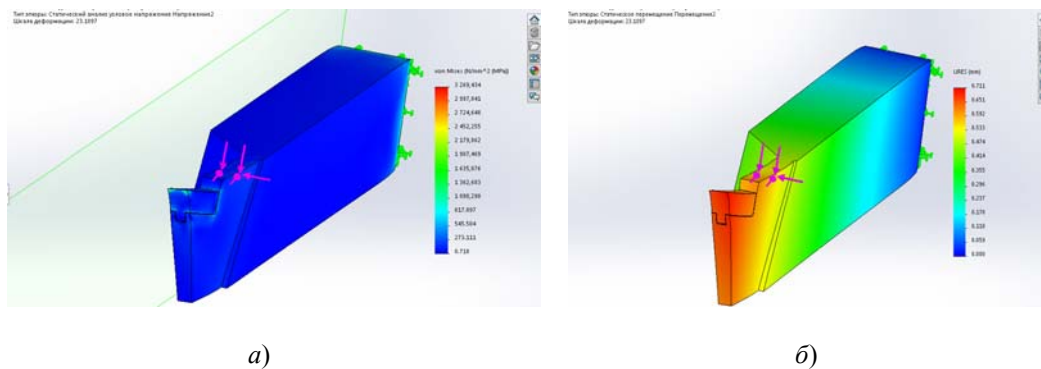


Рис. 6. Картины напряжений (а) и перемещений (б) резцов с призматической формой контакта

Сравнивая полученные результаты, можно сделать вывод, что максимальные значения внутренних напряжений у резцов с прямой формой пластины в 3,16 раза больше, чем у резцов с угловой формой контакта и в 2,63 раза, чем у резцов с призматической формой. Также уменьшаются внутренние перемещения и деформация и возрастает запас прочности.

Литература

1. Хагт, Г. Л. Прочность режущего инструмента / Г. Л. Хагт. – М. : Машиностроение, 1975. – 164 с.
2. Лоладзе, Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т. Н. Лоладзе. – М. : Машиностроение, 1982. – 320 с.
3. Писаренко, Г. С. Прочность металлокерамических материалов и сплавов при нормальных и высоких температурах / Г. С. Писаренко, В. Т. Траценко. – К. : Изд-во АН УССР, 1962. – 164 с.
4. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.

СЕКЦИЯ II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ТОРЦОВО-ПРЕССОВОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

М. В. Аникеева

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель В. И. Врублевская

Введение. Долговечность машин и механизмов в значительной степени зависит от интенсивности изнашивания отдельных деталей. Одним из элементов, снижающим срок службы машины, является подшипник скольжения. Отказы подшипниковых узлов (ПУ) ведут к простоям техники, потерям производительности и увеличению себестоимости продукции.

Материалы, применяемые при производстве элементов подшипников скольжения, являются дорогостоящими и их замена для ряда узлов трения – основное направление повышения надежности и долговечности машин.

В соответствии с условиями работы, характеризующимися сложным комплексом возникающих в металле напряжений, материал внутреннего кольца должен обладать высокой твердостью, износостойкостью, контактной выносливостью и прочностью, определяющими способность детали противостоять значительным статическим и динамическим нагрузкам.

Обеспечение высокой работоспособности узлов трения возможно при использовании подшипников скольжения с самосмазывающейся втулкой торцово-прессового деформирования природного композиционного материала с внутренним кольцом из не дефицитных марок сталей, упрочненных различными видами термической обработки.

Цель исследований: проведение серии испытаний для установления возможности использования конструкционной среднеуглеродистой легированной Стали 45X и цементуемой низкоуглеродистой легированной Стали 18ХГТ в качестве материала для внутренних колец подшипников скольжения самосмазывающихся из прессованной древесины.

Методика исследований. Образцы из Стали 45X обрабатывались объемной закалкой при температуре нагрева 850 °С с охлаждением в масле и низким отпуском при температуре нагрева 200 °С.

Испытуемые образцы из Стали 18ХГТ обрабатывались цементацией при температуре нагрева $T_n = 940$ °С и времени выдержки $t = 7$ ч, закалкой при температуре нагрева $T_n = 840$ °С, низким отпуском при температуре нагрева $T_n = 200$ °С в течение $t = 2$ ч.

Объект триботехнических исследований представлял собой ролик наружным диаметром 40 мм и внутренним 16 мм. Образцы из Стали 45X, Стали 18ХГТ подвергались термической обработке до твердости 55–60 HRC_э для проведения экспериментов и сравнения полученных результатов при разных способах термообработки. В качестве контртела применяли вкладыш из природного композиционного мате-

риала (березы). Испытания проводили на машине трения СМТ-1. Граничное трение пары «Вал – частичный вкладыш» производилось при различных режимах нагружения [1], [2]. Испытания для определения зависимости коэффициента трения от нагрузки при различных скоростях скольжения, зависимости температуры от продолжительности экспериментов проводились в условиях граничного трения при давлениях $p = 0,5; 1; 1,5; 2$ МПа и скоростях скольжения $v = 0,25; 0,5; 0,75; 1$ м/с, плотности испытываемых материалов $\rho_{1,2} = 7,8$ г/см³ и $\rho_3 = 1,1$ г/см³; площади поверхностей трения – $A = 2 \times 10^{-4}$ см.

Результаты испытаний. Определено, что при увеличении нагрузки коэффициент трения у обоих материалов уменьшается.

У Стали 45Х величина коэффициента трения при малой скорости скольжения $v = 0,25$ м/с и нагрузке $N = 100$ Н составляет $f = 0,26$ и снижается до $f = 0,1$ при увеличении нагрузки до $N = 400$ Н. При большой скорости скольжения $v = 1$ м/с материал способен стабильно работать при нагрузке $N = 200$ Н, температуре в зоне контакта узла трения $T = 116$ °С, а изменение значения коэффициента трения колеблется от 0,24 до 0,17.

У Стали 18ХГТ при скорости скольжения $v = 0,25$ м/с с повышением нагрузки $N = 100–400$ Н коэффициент трения варьирует от 0,18 до 0,097. Температура узла трения повышается до 53 °С, а коэффициент трения стабилизируется в пределах 0,095–0,097. При скоростях скольжения 0,5–1 м/с и нагрузках до 300 Н коэффициент трения уменьшается, а затем наблюдается его незначительный рост при достижении нагрузки 400 Н (рис. 1).

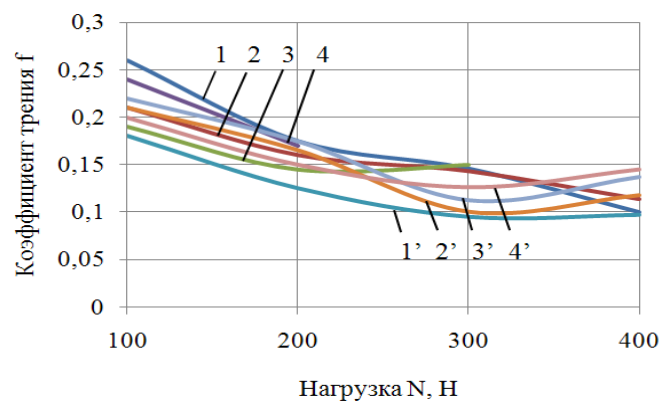


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при различных скоростях скольжения:
1, 1' – $v = 0,25$ м/с; 2, 2' – $v = 0,5$ м/с; 3, 3' – $v = 0,75$ м/с; 4, 4' – $v = 1$ м/с;
1–4 – Сталь 45Х; 1'–4' – Сталь 18ХГТ

Из вышеприведенных данных видно, что коэффициент трения изменяется в зависимости от нагрузки при различных скоростях скольжения. До температуры $T = 100$ °С коэффициент трения f снижается, а затем резко увеличивается. Это объясняется тем, что при повышении температуры до $T = 100$ °С из древесины удаляется связанная влага, которая служит смазкой и снижает коэффициент трения. При дальнейшем повышении скорости скольжения и нагрузки температура в зоне трения увеличивается. Происходит взаимодействие гидроксильных групп компонентов древесины с окисным слоем металла из-за отсутствия влажной прослойки и в результате чего наблюдается рост коэффициента трения.

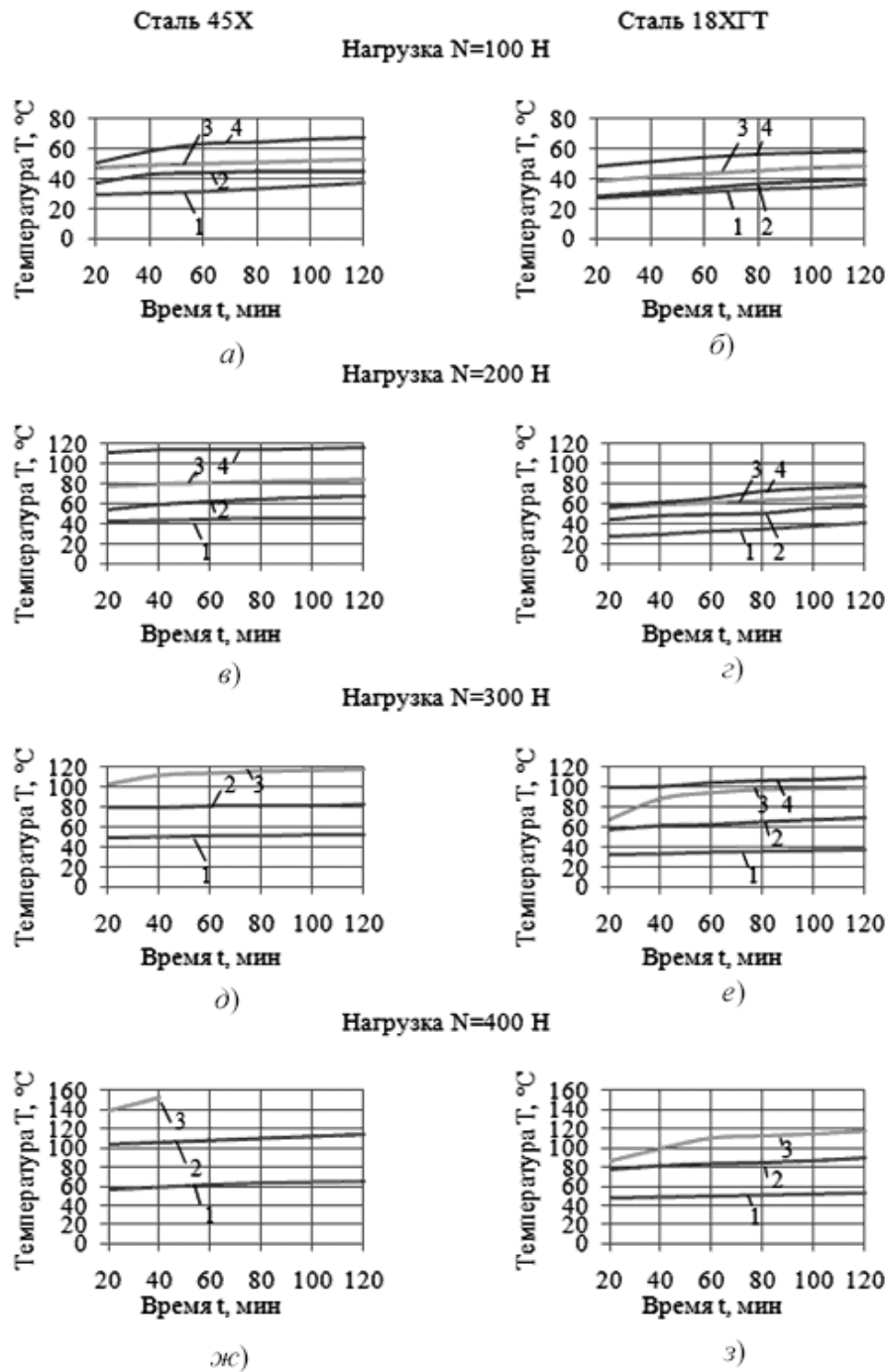


Рис. 2. Зависимость температуры от продолжительности испытаний при различных нагрузках и скоростях скольжения для Стали 45Х и Стали 18ХГТ:

1 – $v = 0,25$ м/с; 2 – $v = 0,5$ м/с; 3 – $v = 0,75$ м/с; 4 – $v = 1$ м/с;

а, в, д, ж – Сталь 45Х; б, г, е, з – Сталь 18ХГТ

Установлено, что генерируемая температура в зоне трения возрастает с увеличением продолжительности испытаний (рис. 2). Повышение температуры происходит из-за уменьшения и разрыва смазочной прослойки древесины, вследствие чего некоторое количество гидроксильных групп компонентов древесины взаимодействует с окисным слоем металла.

Литература

1. Прушак, В. Я. Методы испытаний материалов на трение и износ : учеб. пособие для студентов вузов / В. Я. Прушак. – М. : Высш. шк., 1999. – 62 с.
2. Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак. – М. : Высш. шк., 1999. – 374 с.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛУТЕПЛОСТОЙКОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ X12M

Е. А. Астапов

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

Научный руководитель Е. П. Поздняков

Введение. Основным параметром, определяющим ресурс работы штампового инструмента, является его износоустойчивость, т. е. способность поверхностного слоя материала противостоять зарождению и распространению трещин контактной усталости. Механизм такого разрушения сопровождается появлением на контактной поверхности деформирующего инструмента сколов и питтингов, нарушающих гравюру изделия [1], [2]. Чтобы противостоять износу, штамповый инструмент подвергают различным видам химико-термической обработки. Широкое распространение среди них получили процессы азотирования или низкотемпературной нитроцементации. Второй способ отличается дешевизной процесса по сравнению с азотированием и особенно актуален в условиях единичного или мелкосерийного производства [3].

В данной работе приведены исследования структуры и твердости поверхностных слоев полутеплостойкой инструментальной стали X12M, полученных при помощи низкотемпературной нитроцементации в течение 17 и 140 ч.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись диффузионно-упрочненные слои полутеплостойкой инструментальной стали X12M. Предварительная термическая обработка всех партий образцов представлена в таблице.

Режимы термической обработки образцов из стали X12M

Режим термической обработки		Номер партии образцов		
		1 (◆)	2 (○)	3 (●)
Закалка	Первый подогрев, °С	425		
	Второй подогрев, °С	825		
	Окончательный нагрев, °С	1170	1140	1040
	Охлаждающая среда	воздух		Масло
	Криогенная обработка	–196		–196
Отпуск, °С		550 (3 раза)		200
Твердость, HRC		58–60	60–61	65–66

Финишной операцией упрочнения стали X12M являлась низкотемпературная нитроцементация. В целях оценки влияния азота на структурные и дюрOMETрические изменения температура насыщения составляла 520–560 °С с длительностью процесса 17 и 140 ч. При таких температурах в поверхность образцов диффундирует преимущественно азот [3], [4]. Нитроцементация проводилась в твердом карбюризаторе на ос-

нове древесного угля с добавлением карбамида. Определение твердости осуществлялось на приборах Роквелла ТК-2М и ПМТ-3. Исследование микроструктуры проводилось на поперечных шлифах при помощи оптического микроскопа Метам РВ-22. Травление образцов осуществлялось в 3-процентном растворе HNO_3 в $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Для определения количества избыточных фаз в материале использовалась программа ImageMagick.

Результаты исследования и их обсуждение. После термической обработки минимальное значение твердости 1-й партии образцов составило 58HRC, 2-й – 60HRC, 3-й – 65HRC. Повышение твердости материала объясняется снижением температуры нагрева под закалку, после которой снижается количество остаточного аустенита.

Микроструктура всех партий образцов из стали X12M после нитроцементации представляет собой мартенситную матрицу (рис. 1). Различие режимов предварительной термической обработки не повлияло на структурные изменения после 17-часовой нитроцементации. Во всех исследованных случаях на поверхности материала отмечено наличие тонкой корочки – ϵ -фазы. Текстурированный рисунок распределения первичных карбидов унаследован от заготовки. Увеличение длительности нитроцементации с 17 до 140 ч приводит к образованию по границе бывшего аустенитного зерна сетки, представляющей собой γ' -фазу, а также мелких включений карбонитридного типа. Глубина ее распространения находится в пределах 30–100 мкм. Увеличение длительности диффузионного процесса приводит к легированию азотом первичных карбидов, что выражается в потемнении их границ (рис. 1, б–г).

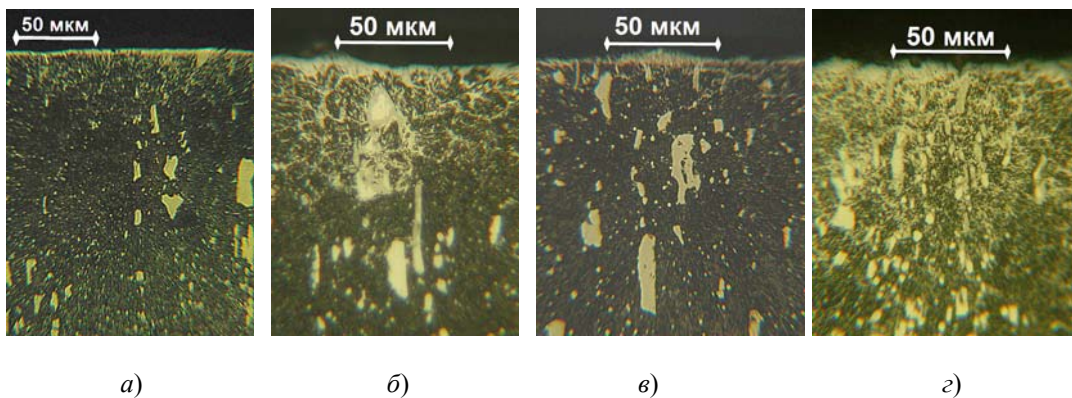


Рис. 1. Распределение нитридных включений (γ' -фазы) и наружный слой ϵ -фазы в поверхностном слое образцов из стали X12M после:
а – 17-часовой нитроцементации; б–г – 140-часовой нитроцементации

Количество избыточных фаз на поверхности образцов глубиной 100 мкм после 17-часовой нитроцементации составило 12,0 % (рис. 1, а). Насыщение образцов при 140 ч привело к значительному увеличению количества карбонитридов: для 1-й партии до 27,8 % (рис. 1, б), для 3-й партии до 42,3 % (рис. 1, г). Данный параметр не изменил количество избыточной фазы у 2-й партии образцов, которая равна 12 % (рис. 1, в).

Исследования графиков распределения микротвердости показали, что после 17-часовой нитроцементации поверхностная твердость образцов 1-й и 2-й партий имеет достаточно высокие значения и составляет 9000 МПа (рис. 2, а). Распределение микротвердости образцов 1-й и 2-й партий полностью совпадает. Микротвер-

дость сердцевины 1-й и 2-й партий находится в пределах 5800–6000 МПа. Максимальное значение твердости на поверхности материала 3-й партии имеет пониженное значение – 7700 МПа, а в сердцевине – 5000–5200 МПа. Указанные различия в твердости сердцевины возникли из-за температуры закалки (см. таблицу). Увеличение температуры закалки приводит к повышению теплостойкости материала, что позволяет сохранить повышенную твердость сердцевины после нитроцементации [5]. Общая глубина диффузионного-упрочненного слоя для всех партий образцов не превышает 200 мкм.

Изменение длительности нитроцементации с 17 до 140 ч привело к увеличению общей глубины слоя до 300 мкм. При этом произошло значительное снижение поверхностной твердости образцов, которая составила 7600–7700 МПа (рис. 2, б). Несмотря на идентичные значения твердости на поверхности слоя, микротвердость сердцевины имеет различия. Так у 1-й партии образцов указанный параметр превысил 6000 МПа, в то время как у 2-й и 3-й партий находится в пределах 5600–5800 МПа.

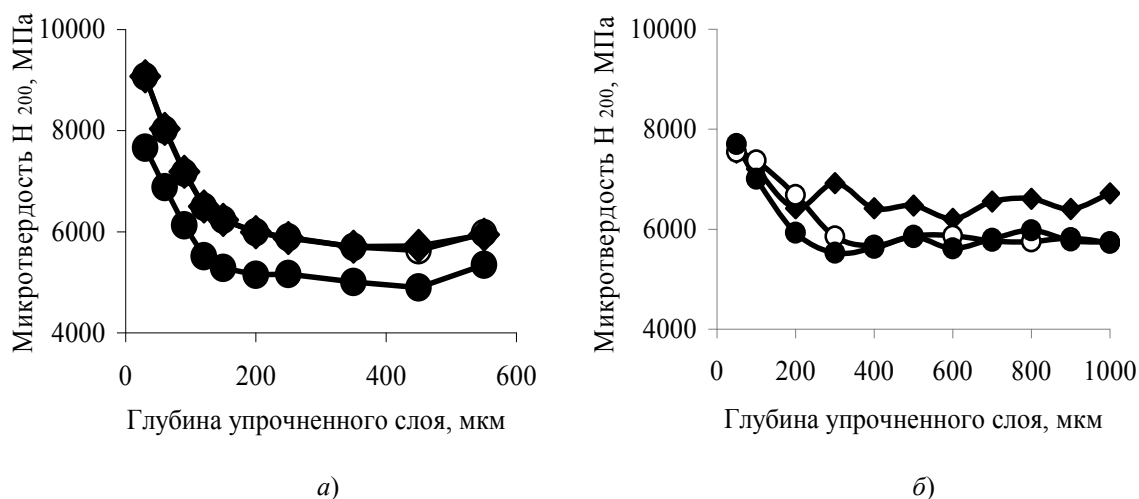


Рис. 2. Распределение микротвердости по сечению образцов, упрочнение которых проводили в течение 17 (а) и 140 (б) ч:
 ◆ – партия 1; ○ – партия 2; ● – партия 3

Заключение. Рассмотрены структура и фазовый состав стали X12M, полученные при различных режимах термической обработки, а также после воздействия низкотемпературной нитроцементации. Проведение нитроцементации позволило получить поверхностную твердость образцов на уровне 9000 МПа, а также достаточно высокую твердость сердцевины не ниже 5600 МПа, а в некоторых случаях превышающих 6000 МПа. Увеличение длительности нитроцементации с 17 до 140 ч приводит к появлению сетки (γ' -фазы) по границам зерен и снижению поверхностной твердости материала. Указанные структурные и дюрOMETрические изменения могут привести к значительному снижению контактной прочности диффузионно-упрочненного слоя при исследовании образцов на контактную усталость.

Литература

1. Малушин, Н. Н. Повышение качества и долговечности рабочих валков станов холодной прокатки плазменной наплавкой теплостойкими сталями / Н. Н. Малушин // Материалы 13-й Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. – СПб. : Изд-во политехн. ун-та, 2011. – Ч. 1. – С. 203–209.

2. Alfredsson, B. A Study on Contact Fatigue Mechanisms : Doctoral Thesis no. 44, 2000 / Alfredsson Bo. Department of Solid Mechanics Royal Institute of Technology, Stockholm, 2000. – 27 p.
3. Самохоцкий, А. И. Технология термической обработки металлов / А. И. Самохоцкий, Н. Г. Парфеновская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 311 с. : ил.
4. Летова, О. В. Азотисто-углеродистая паста для нитроцементации стали при низких и высоких температурах / О. В. Летова // Технология металлов. – 2011. – № 9. – С. 25–27.
5. Конструкционные материалы : справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Машиностроение, 1990. – 688 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОЙ АРМАТУРЫ

Т. А. Ахметов

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

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

Стальная арматура на протяжении многих лет остается самым востребованным материалом для армирования бетона. Для ненапрягаемых железобетонных конструкций наибольшее распространение получила арматура класса прочности 500 МПа, которая обеспечивает необходимую прочность сооружения и экономию металла в сравнении с арматурой более низких классов. Прочностные и пластические свойства арматуры определяют механические свойства железобетона. Основными показателями пластичности арматуры являются отношение временного сопротивления разрыву к условному пределу текучести и полное относительное удлинение при максимальной нагрузке. Наряду с прочностью эти показатели являются ключевыми в обеспечении безопасной эксплуатации железобетонных зданий и сооружений. Запас пластичности позволяет исключить лавинообразное разрушение даже в случаях аварийных нагрузок за счет возможности образования шарниров пластичности и перераспределения усилий в статически неопределимых конструкциях зданий.

Пластические свойства арматуры можно определить с точки зрения энергетического потенциала (энергетического фактора). Данный показатель хорошо иллюстрирует рис. 1. Площадь закрашенной области численно равна энергии пластической деформации. Чем больше эта площадь, тем выше пластичность и наоборот.

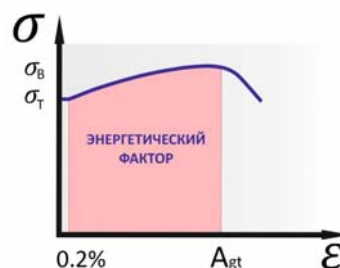


Рис. 1. Кривая растяжения арматуры

Как видно из рис. 1, наряду с пределом текучести на энергию деформации до разрушения оказывает влияние отношение предела прочности к пределу текучести и полное относительное удлинение при максимальной нагрузке.

Холоднодеформированная арматурная сталь в мотках диаметром 4,0–12,0 мм класса прочности 500 МПа широко применяется в строительной индустрии для ненапрягаемых железобетонных конструкций в виде сеток, плоских и объемных каркасов. Это обусловлено комплексом ее прочностных свойств. Высокие эксплуатационные характеристики такой арматуры позволяют ей успешно конкурировать с горячекатаной арматурой [1]. Однако в современном производстве холоднодеформированной арматуры остается актуальной проблема повышения ее пластических свойств, так как традиционные технологии ее получения позволяют обеспечить необходимый уровень пластических свойств в соответствии с требованиями класса пластичности «А» в соответствии с классификацией Европейской нормы EN 1992 (Еврокод 2). Освоение производства холоднодеформированной арматуры более высоких классов пластичности (классы «В» и «С») является одной из важных задач в метизном производстве.

Для ее решения специалистами ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» было предложено использовать специальный блок для снятия напряжений. Результаты испытаний арматуры трехстороннего периодического серповидного профиля диаметром 8,0 мм, изготовленной из одного бунта катанки диаметром 9,0 мм с блоком для снятия напряжений и без него, представлены в таблице.

Среднестатистические результаты испытаний арматуры диаметром 8,0 мм

Параметр	Количество испытаний	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_B/\sigma_{0,2}$	Agt, %
Без блока для снятия напряжений	10	648	604	1,07	1,8
С блоком для снятия напряжений (без рихтовального устройства)	10	624	559	1,12	4,0
Многороликовое рихтовальное устройство	257	607	558	1,09	4,5

Как видно из представленных в таблице данных, использование блока снижения внутренних напряжений при производстве холоднодеформированной арматуры позволяет существенно повысить ее пластические свойства, т. е. ее энергетический фактор. Объяснение эффекта роста пластичности холоднодеформированной арматуры при обработке в рихтовальных устройствах заключается в наличии структурных изменений стали на уровне зерен или кристаллитов. Так, обработка арматуры в рихтовке сопровождается знакопеременными нагрузками в металле. При деформации металла в одном направлении, как и при любой пластической деформации металла, в первую очередь пластически деформируются зерна металла с благоприятной ориентацией. Благоприятная ориентация зерна определяется совпадением плоскости скольжения зерна с максимальным касательным напряжением в объеме металла. При деформации металла в другом направлении (в последующем ролике рихтовки) указанные зерна получают упругие деформации обратного знака за счет снятия упругой деформации в соседних зернах. Поэтому при последующем нагружении в обратном направлении потребуется уже меньшее внешнее напряжение для пластической деформации описываемых зерен, так как внутренние упругие напряжения будут способствовать пластической деформации этих зерен. Таким образом, предел текучести металла уменьшится, а пластичность возрастет.

При сравнении результатов испытаний с традиционной технологией, примечательно повышение показателя $\sigma_B/\sigma_{0,2}$, величина которого соответствует классу

пластичности «В». При этом необходимо отметить снижение полного относительно-го удлинения при использовании только блока для снятия напряжения. Очевидно, что кроме блока перераспределения напряжений для арматуры необходимо дополнительно использовать рихтовальное устройство.

Следовательно, использование устройства для снятия внутренних напряжений позволит повысить показатель $\sigma_b/\sigma_{0,2}$. При этом совмещение такого устройства с рихтовальным устройством, а также минимизация удельных обжатий открывает перспективы для получения всех необходимых параметров арматуры класса пластичности «В», полученной холодной прокаткой.

Литература

1. Ахметов, Т. А. Современные тенденции в развитии технологии производства холоднодеформированной арматурной стали / Т. А. Ахметов, И. Н. Радькова, Л. В. Локтионова // Литье и металлургия. – 2014. – № 2. – С. 65–67.
2. Проблемы и пути развития современного железобетона / А. И. Звездов [и др.] // Бетон и железобетон. – 2015. – № 4.
3. Харитонов, В. А. Возможности оперативной организации производства и применения в России арматурного проката с европейскими требованиями качества и эффективности / В. А. Харитонов, С. О. Нахтияж // ЖБИ и конструкции. – 2011. – № 3. – С. 54–61.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПОДШИПНИКОВ С НАНОКОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ НА БАЗЕ ОАО «МИНСКИЙ ПОДШИПНИКОВЫЙ ЗАВОД»

И. В. Базуев, Н. В. Старков, Т. А. Ахметов

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

Научный руководитель В. П. Казаченко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В настоящее время подшипники качения используются практически в любом оборудовании и находят себе применение в широком диапазоне – от бытового до промышленного. В Республике Беларусь в год потребляется около 100 млн подшипников. Большая часть из этих подшипников приходится на подшипники импортного производства, которые белорусские предприятия, как правило, приобретают за валютные средства. Данное обстоятельство не лучшим образом сказывается на экономических показателях как самого предприятия, так и всей экономики Республики Беларусь в целом.

Эксплуатационная стойкость подшипников напрямую влияет на долговечность и безопасность работы оборудования. Преждевременный выход из строя подшипников может привести как к рядовой замене, так и к значительным затратам для ликвидации последствий.

Выход из строя подшипников качения происходит, в основном, из-за усталостного разрушения рабочих поверхностей, дополняемого их износом, вызываемым проскальзыванием. Опыт ведущих подшипниковых фирм показал, что качество подшипниковых сталей достигло достаточно высокого уровня и его улучшение уже не дает значительного эффекта в увеличении ресурса работы подшипников качения. Дальнейший прогресс связан с модификацией поверхности качения, например, путем нанесения различных покрытий.

Для промышленных подшипников качения применяется довольно много видов покрытий, которые могут быть нанесены различными методами. Наиболее перспективные разработки таких всемирно известных фирм как SKF, Timken, FAG, NSK

связаны с нанесением вакуумных покрытий, содержащих алмазоподобные углеродные слои. Такая модификация поверхности позволяет существенно повысить ресурс подшипника качения при работе его в тяжелых условиях, при переменных и ударных нагрузках, низких скоростях вращения, в условиях граничного смазывания.

Считается, что для тонких покрытий, толщиной в несколько микрометров, остаточная прочность определяется в основном свойствами материала, из которого изготовлены детали подшипников. Алмазоподобные углеродные покрытия отличаются исключительно высокими механическими и триботехническими свойствами. Однако для конкретных технических применений необходима оптимизация температурно-временного режима формирования, а также подготовка поверхности перед нанесением покрытия, формирование адгезионных слоев, легирование их атомами металлов или неметаллов.

Единственным производителем подшипников качения в Республике Беларусь и одним из ведущих производителей данного вида продукции в странах СНГ является ОАО «Минский подшипниковый завод» (далее ОАО «МПЗ»). Основной сферой деятельности ОАО «МПЗ» является производство подшипников: роликовых сферических, роликовых цилиндрических, игольчатых, шариковых, шарнирных и других типоразмеров в широком диапазоне размеров с наружным диаметром от 12 до 820 мм и весом от 3,5 г до 635 кг (всего – более 600 типоразмеров).

Крупнейшими потребителями подшипниковой продукции ОАО «МПЗ» в Республике Беларусь являются машиностроительные предприятия Минпрома: ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «БелАЗ», ОАО «Борисовский завод Автогидроусилитель», ОАО «Белкард», ОАО «Амкодор», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Минский завод колесных тягачей», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйский завод тракторных деталей и агрегатов», ОАО «Витебский завод тракторных запасных частей», ОАО «ЛМЗ Универсал», а также другие крупные предприятия Республики Беларусь: ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Беларуськалий», ГПО «Беларусьнефть».

Производимые ОАО «МПЗ» подшипники по своим эксплуатационным характеристикам не могут конкурировать с ведущими зарубежными фирмами.

Для увеличения эксплуатационной стойкости подшипников производства ОАО «МПЗ» предлагается наносить на их рабочие поверхности алмазоподобное углеродное покрытие. Данное покрытие будет наноситься на установке вакуумно-дугового напыления.

Модификация поверхностей подшипников качения алмазоподобными углеродными покрытиями является передовой технологией, не имеющей аналогов как в Республике Беларусь, так и на постсоветском пространстве. Получаемый продукт позволит замещать аналоги импортной продукции зарубежных производителей – SKF, FAG, NSK, TIMKEN.

Суть предлагаемой технологии заключается в нанесении углеродного покрытия с использованием импульсного источника углеродной плазмы. Из плазмы импульсного катодно-дугового разряда формируются слои на изделиях из подшипниковых сталей, имеющих низкую температуру отпуска и с высокой скоростью нанесения – до 15 нм/мин (рис. 1).

Особенностью технологии является возможность ее адаптации для конкретных условий работы подшипника. Покрытие, в зависимости от условий эксплуатации подшипника, может формироваться как на телах качения, так и на внутренних и внешних поверхностях колец.

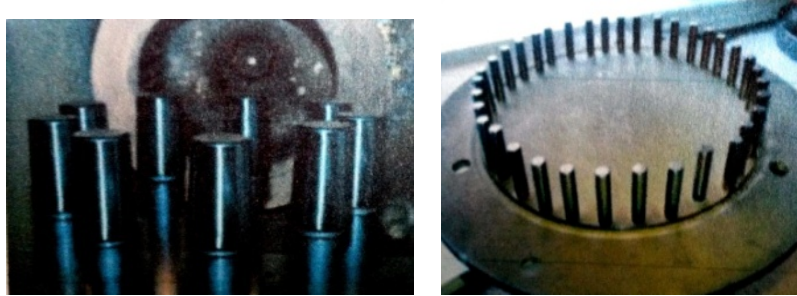


Рис. 1. Ролики подшипников с нанопокрытием

Для реализации данного проекта предлагается организовать производство нанесения покрытий на поверхности трения подшипников на базе лаборатории нестандартных изделий ОАО «МПЗ». Имеющийся интеллектуально-производственный потенциал сотрудников данной лаборатории позволит как обслуживать оборудование по нанесению покрытий, так и выполнять комплекс работ и мероприятий, направленных на обеспечение подготовки новых технологических решений и содействие их реализации.

Укрупненно производственный цикл по производству высокотехнологических подшипников представлен в виде схемы, представленной на рис. 2.

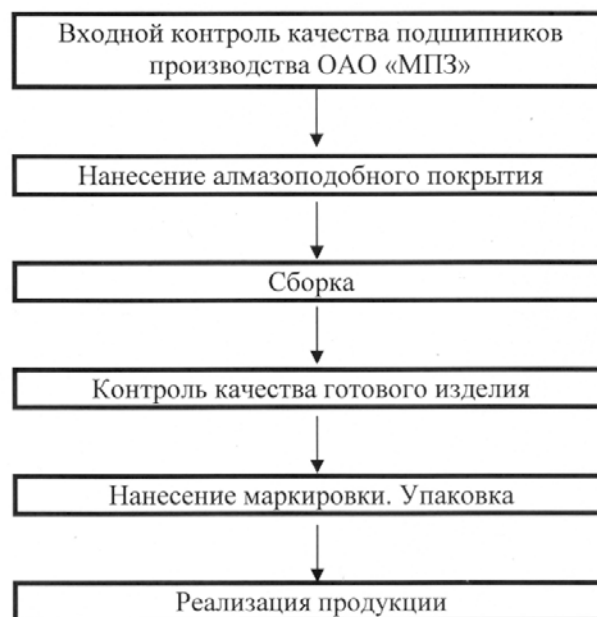


Рис. 2. Производственный цикл выпуска высокотехнологических подшипников

Реализация инновационного проекта позволит производить национальный продукт, способный заменить импортную продукцию как в Республике Беларусь, так и в странах СНГ.

Применение подшипников с покрытием в условиях металлургического производства привели к значительному увеличению их срока службы.

В Национальном центре испытания и контроля качества подшипников г. Лоян (КНР) были проведены испытания роликов ОАО «МПЗ» с опытным покры-

тием по стандартам GB/T 12444.2–90 «Методы испытания металлов на износ», GB/T25767–2010 «Подшипники качения конические роликовые», GB/T24608–2009 «Методы испытания подшипников качения и их деталей».

Ресурсные испытания роликов показали, что контактная усталостная долговечность модифицированных роликов с покрытием превышает долговечность роликов без покрытия, как минимум, в три раза [1].

На рабочих поверхностях подшипников формируется слой, который обладает следующими характеристиками:

- высокая твердость;
- низкий коэффициент трения;
- высокая износоустойчивость;
- химическая инертность;
- биосовместимость;
- прозрачность в инфракрасном диапазоне спектра;
- экологическая чистота.

Подшипники отечественного производства с модифицированием поверхности алмазоподобным углеродным покрытием будут не только не уступать, но и по некоторым параметрам превосходить брендовые зарубежные аналоги.

Литература

1. Вакуумное покрытие для подшипников качения / В. П. Казаченко [и др.] // Быстрозакаленный материалы и покрытия : сб. материалов XIII Междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского».

РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРА ПРИ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКЕ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

М. М. Буслов

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Способ безоблойной штамповки позволяет получить точную поковку с минимальными припусками под последующую обработку резанием. При безоблойной штамповке объем исходной заготовки должен быть равен объему готовой штамповки. Однако требование равенства объемов исходной заготовки и поковки практически невыполнимо в связи с разбросом допусков исходного материала. В связи с этим необходимы дополнительные мероприятия, которые обеспечивали бы возможность успешной безоблойной штамповки при наличии неточных по объему заготовок. К числу таких мероприятий относится применение штампов с дополнительной полостью (называемых магазином или компенсатором), в которую удаляется излишний объем металла заготовки в конце рабочего хода пресса. Магазин (компенсатор) располагается в той части полости штампа, которая заполняется в последнюю очередь.

Рассмотрим методику расчета размеров компенсатора на примере операции прямого выдавливания [1], [2].

При жестко заданных размерах утолщенной части поковки используют магазин (компенсатор) со свободным затеканием избыточного металла в увеличенную по длине стержневую часть штамповки.

Таким образом, получаем штамповку с точными размерами утолщенной части и переменной длиной стержня.

При жестко заданных размерах утолщенной части и стержня поковки применяют наружный компенсатор с подпором или внутренний компенсатор.

Конструкция внешнего компенсатора с подпором показана на рис. 1.

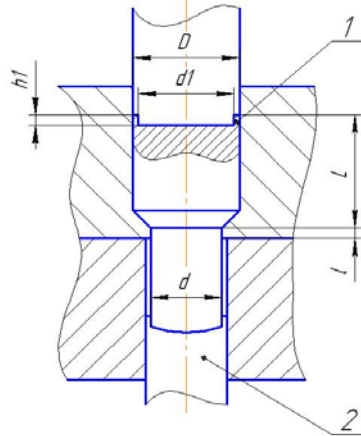


Рис. 1. Схема внешнего компенсатора:
1 – компенсационная полость; 2 – выталкиватель

Затекание излишнего металла в магазин (компенсатор) происходит только после оформления контура поковки. При этом должно выполняться условие

$$p_k > p, \quad (1)$$

где p_k – удельное усилие для затекания металла в компенсатор; p – удельное усилие штамповки (выдавливания).

Удельное усилие прямого выдавливания находим по зависимости [3]:

$$p = \sigma_{T2} \left(\frac{\mu_2}{\sin y} + \frac{2}{1 + \cos y} \right) \ln \frac{F}{f} + \sigma_{T3} \frac{2L}{D} + \sigma_{T1} \frac{4\mu_1 l}{d}, \quad (2)$$

где $\sigma_{T1}, \sigma_{T2}, \sigma_{T3}$ – сопротивление металла деформации на калибрующем пояске, конической части и приемнике; μ_1, μ_2 – коэффициент трения на коническом участке и калибрующем пояске; L, D – длина и диаметр утолщенной части штамповки; l, d – длина и диаметр калибрующего пояска; F, f – площадь поперечного сечения утолщенной части и стержня штамповки; 2γ – угол конической части матрицы.

Компенсатор (магазин) с подпором располагается в пуансоне, и затекание металла в него происходит после выдавливания и оформления торца стержневой части поковки.

Для расчета удельного усилия, при котором происходит затекание металла во внешний компенсатор, воспользуемся зависимостью [3]:

$$p_k = \beta \sigma_T \left(1,5 + \frac{1}{1 - \frac{d_1^2}{D^2}} \ln \frac{D}{d_1} + \frac{2}{\sqrt{3 \frac{d_1}{D} \left(1 - \frac{d_1^2}{D^2} \right)}} \right), \quad (3)$$

где d_1 – внутренний диаметр компенсатора.

Приравниваем выражения (2) и (3) и, решая относительно d_1 , находим размеры компенсатора с подпором.

Общий вид внутреннего компенсатора приведен на рис. 2.

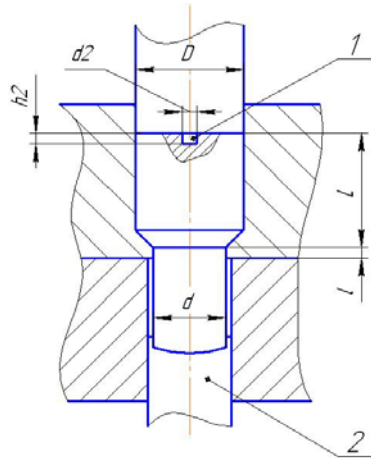


Рис. 1. Схема внутреннего компенсатора:
1 – компенсационная полость; 2 – выталкиватель

Деформацию металла в приемнике и изменение размеров компенсатора будем рассматривать как осадку трубной заготовки, помещенной в жесткую обойму. Суммарное удельное усилие при этом будет равно [4]:

$$p_k = \sigma_t a \left(1,1 + \frac{2\bar{R} + 1}{3(\bar{R} + 1)} \left(2\mu_1 \bar{r} (\bar{R} - 1) + 1,3 \lg \left(\frac{\bar{R}^2 + \sqrt{3 + \bar{R}^4}}{3} \right) \right) \right) + \frac{2\mu_2 \bar{R}}{r(\bar{R}^2 - 1)} \sigma_t, \quad (4)$$

где σ_t – предел текучести; μ_1, μ_2 – коэффициент трения на контактной и боковой поверхности заготовки; a – коэффициент.

$$\bar{R} = \frac{R}{r_2}, \quad \bar{r} = \frac{r_2}{h_2}, \quad (5)$$

здесь R – радиус утолщенной части штамповки; r – радиус внутреннего компенсатора. Это выражение можно привести к виду

$$p_k = \left(1,1 + \frac{2R + r}{3(R + r)} \left(2\mu_1 \frac{R - r}{h} + 0,565 \lg \left(\frac{\bar{R}^2 + \sqrt{3r^4 + \bar{R}^4}}{3r^2} \right) \right) \right) \sigma_r + \frac{2Rh\mu_2\sigma_t}{R^2 - r^2} \sigma_t. \quad (6)$$

Затекание металла во внутренний компенсатор будет происходить только после полного выдавливания стержневой части штамповки и оформления торцевой части, т. е. при условии

$$p_b \geq p. \quad (7)$$

Подставляя значения из зависимостей (4) и (6) и решая относительно r , найдем размеры внутреннего компенсатора.

При полугорячей штамповке детали «корпус распылителя» для дизельных двигателей имеем следующие исходные данные.

Размеры штамповки:

$$D = 17,5 \text{ мм}; d = 9,6 \text{ мм}; L = 27,5 \text{ мм}; l = 2 \text{ мм}; \gamma = 50^\circ.$$

Принимаем коэффициент трения металла в приемнике $\mu_1 = 0,1$; на остальных участках формоизменения $\mu_1 = 0,5$. Сопротивление деформации при температуре штамповки 800°C находим согласно работе [5]. Выбираем $\sigma_T = 290 \text{ МПа}$. Принимаем сопротивление металла деформации по всем участкам одинаковым.

Расчеты показали, что кольцевой компенсатор с подпором, расположенный в пуансоне, имеет следующие размеры $D = 17,0 \text{ мм}$, $d_1 = 13,0 \text{ мм}$. Тогда толщина заусенца равна 2 мм и высота до 10 мм . Размеры внутреннего компенсатора соответственно составляют $d_1 = 6 \text{ мм}$, $h = 10 \text{ мм}$.

Предложена методика расчета размеров компенсатора, в результате расчета по которой получены размеры компенсатора при закрытой штамповке выдавливанием конкретной детали.

Литература

1. Поксеваткин, М. И. Применение внутреннего компенсатора при горячей штамповке выдавливанием / М. И. Поксеваткин, М. В. Филиппова, В. Н. Перетяtko // Вестн. гор.-металлург. секции РАЕН. Отд.-ние металлургия : сб. науч. тр. / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2007. – Вып. 14. – С. 118–122.
2. Перетяtko, В. Н. Расчет компенсатора при точной штамповке выдавливанием / В. Н. Перетяtko, М. В. Филиппова // Металлургия: Технология, управление, инновация, качество : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2007. – С. 146.
3. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением : учеб. для вузов / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Шофман, Л. А. Основы расчета процессов штамповки и прессования / Л. А. Шофман. – М. : Машгиз, 1961. – 340 с.
5. Перетяtko, В. Н. Выбор оптимальной температуры нагрева заготовки для полугорячей штамповки / В. Н. Перетяtko, М. В. Филиппова // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 2006. – № 6. – С. 16–19.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КАЛИБРОВ ПРИ ПРОКАТКЕ ПРОФИЛЕЙ НА МЕЛКОСОРТНОМ СТАНЕ 320

Е. М. Быкова

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

Научный руководитель С. В. Шишков

В настоящее время существует необходимость обеспечения автоматизации построения системы калибров при прокатке профилей на производстве.

Для усовершенствования и ускорения процесса разработки технологии широко используется компьютерное моделирование процессов прокатки. Распространенные математические модели, основанные, как правило, на применении методов конечных элементов, не позволяют оперативно моделировать процессы прокатки, так как тре-

буют значительных затрат времени для задания граничных условий и проведения расчетов.

Для расчетов технологических параметров процессов сортовой прокатки необходимы модели, дающие достаточную точность и высокую скорость расчета при проработке ряда вариантов.

Создание автоматизированной системы значительно сократит время расчета и построения калибров, что очень удобно и облегчает работу персонала (технологов).

Цель работы: создание программного обеспечения для расчета и прорисовки калибров при прокатке профиля.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- спроектировать базу данных, содержащую информацию об основных параметрах валков прокатного стана, материал заготовки;
- произвести расчет параметров калибровки;
- создать приложение для прорисовки калибров в среде AutoCAD с использованием расчетных данных.

В НПО «Доникс» (Украина) на базе разработанных моделей расчетов создана система автоматизированного проектирования технологии сортовой прокатки и прокатки катанки «Сорт-про», предназначенная для оперативного моделирования, проектирования и анализа основных технологических параметров процесса прокатки в интерактивном режиме.

Результаты расчетов отображаются на экране в виде графиков, таблиц, чертежей контуров калибров и раскатов. Модуль вывода результатов позволяет оперативно отобразить график прокатки, проекцию контактной площади, чертеж контура калибра и подката в момент захвата, диаграммы изменения по пропускам температуры металла, углов захвата, оборотов двигателей, диаметров валков, сил прокатки, моментов прокатки и потребляемых мощностей двигателей.

В результате создан макет приложения, реализующий следующие основные функции:

- возможность ввода необходимых исходных данных;
- вывод запрашиваемых сведений;
- производство расчета и получение результата в виде технических параметров и изображения калибра.

Первым этапом работы алгоритма, как показано на рис. 1, является ввод исходных данных (блок 2), которыми являются форма профиля, диаметр профиля, размер исходной заготовки, прокатный стан и материал заготовки. Далее подключается база данных (блок 3) и рассчитывается калибровка (блок 4). Расчеты начинаются с нахождения размера круга в холодном состоянии, затем в горячем состоянии. После чего определяем площадь сечения полосы в чистовом круглом калибре, в предчистовом овальном калибре в последнем черновом калибре и соответственно в последнем m проходе прокатки вытяжной группы калибров. Затем определяется число пар вытяжных калибров, после чего определяется уточненное значение средней вытяжки для пары вытяжных калибров. Вычисляется количество проходов прокатки в вытяжных калибрах и количество проходов прокатки для всей технологии прокатки. Проверяется условие: будет ли общее число проходов прокатки превышать число прокатных клетей стана. Если условие выполняется, то выводится сообщение: «Прокатка невозможна». Иначе вычисляем вытяжку для каждой пары калибров, рассчитываем вытяжку для ребровых овалов и для овального калибров, определяем площади поперечных сечений раската после каждого прохода прокатки. После завершения вычислений результаты выводятся в таблицу.

Затем рассчитываются размеры калибров (блок 5) и выводятся в таблицу (блок 6). После расчетов строятся калибры в среде AutoCAD (блок 7). Первым этапом алгоритма является проверка условия: является ли последним номер клетки в расчетах. Если «Да», то прорисовывается круглый калибр в среде AutoCAD. Если «Нет», то проверяется условие: является ли номер клетки первым в расчетах. Если «Да», то прорисовывается шестигранный калибр, а если «Нет», то заново проверяются условия.

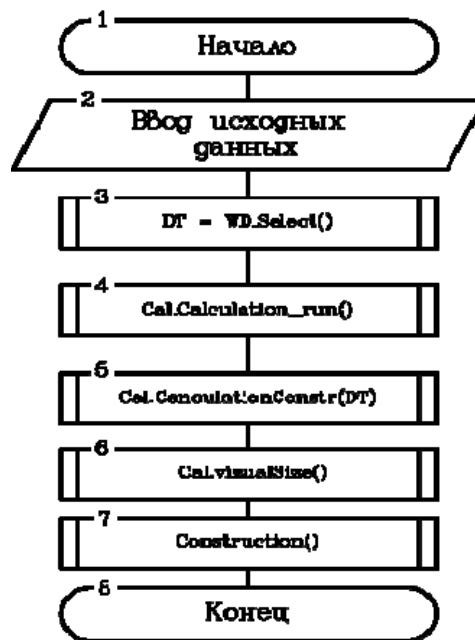


Рис. 1. Общая схема алгоритма

Для удобства работы с приложением был создан простой и понятный интерфейс, состоящий из главного окна, в котором есть три вкладки (рис. 2).

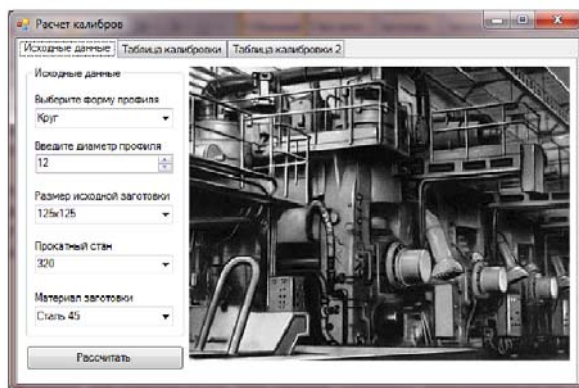


Рис. 2. Главное окно приложения

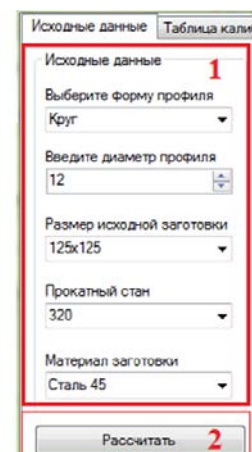


Рис. 3. Вкладка «Исходные данные»

Первая вкладка «Исходные данные» (рис. 3). Область 1 предназначена для ввода исходных данных. Для этого предусмотрены раскрывающиеся списки, в которых предложены варианты выбора значений. Это предусмотрено для того, чтобы введен-

ные данные были всегда корректны и имели смысл. Можно выбрать материал заготовки, значения которого были взяты из справочника для достоверного расчета. Область 2 – кнопка для расчета калибровки.

После выбора данных нажимаем кнопку для расчета и автоматически переходим на вторую вкладку «Таблица калибровки» (рис. 4). Область 1 – вывод расчета калибровки, область 2 – прорисовка соответствующего калибра, область 3 – кнопка для построения в AutoCAD, а область 4 – кнопка для вывода размеров калибров.

№	Коэффициент вытяжки	Площадь сечения
0		16097,27
1	1.301	11650,31
2	1.305	8936,57
3	1.381	6472,84
4	1.305	4961,7
5	1.381	3593,8
6	1.305	2754,8
7	1.376	2001,35
8	1.301	1538,04
9	1.376	1117,38
10	1.301	858,71
11	1.372	625,74

Рис. 4. Вкладка «Таблица калибровки»

№ калибра	№ ролика	Ширина ролика Вн	Диаметр ролика Вк	Высота ролика Нк	Угол отклонения ролика α	Длина ролика L	Толщина ролика δ	Глубина прореза Нг
1	1	156,51842	164,75623	74,64179	0,9529961	34,364834	20,139172	
2	2	78,437913	82,506224	37,320900	46,488954	35,770099	19,6	35,301800
3	3	67,067963	67,262033	57,925870	34,523912	5,2942497	4,48	26,722935
4	4	61,700603	67,087612	77,150754	38,952745	28,517796	6,075	35,537877
5	5	50,484793	51,748746	42,831899	26,807574	7,3687838	3,24	19,795849
6	6	46,059016	50,064148	57,573770	29,068496	21,579913	6,075	25,749385
7	7	37,902893	39,488118	31,188326	20,93246	7,1085301	3,24	13,974163
8	8	34,415443	37,408990	43,019304	21,720072	16,124579	5,025	16,997152
9	9	28,158732	29,825482	22,819343	16,077393	6,1925202	2,68	10,069671
10	10	25,754354	27,593863	32,192942	16,253336	12,056621	5,025	13,583971
11	11	21,451490	22,828790	16,362670	12,943650	4,9662603	2,68	6,8413364
12	12	19,297681	20,978740	24,122101	12,179039	9,0414931	5,025	9,5495908
13	13	16,610987	17,472258	11,524700	10,840065	3,7766608	2,68	4,4223500
14	14	14,459710	15,717076	18,074638	9,1257275	6,7747710	4,875	6,5996190
15	15	12,788347	13,269485	9,8013787	7,9130366	3,2985436	2,6	3,6006833
16	16	12,682251	13,795925	15,865313	8,0102589	5,9466678	4,875	5,4951568
17	17	14,417267	15,060688	9,87	9,6176985	3,3681375	2,6	3,625
18	18		12,25848	12,144			3,25	4,447

Рис. 5. Вкладка «Таблица калибровки 2»

После нажатия этой кнопки (4) переходим на вкладку «Таблица калибровки 2» (рис. 5), на которой в виде таблицы отображены размеры калибров.

Для прорисовки калибра в AutoCAD, необходимо выбрать нужный калибр по расчетам и нажать кнопку «Построить» или вызвать контекстное меню, нажав правую кнопку мыши и выбрав пункт «Построить», после чего будет выведен результат в AutoCAD, как видно на рис. 6.

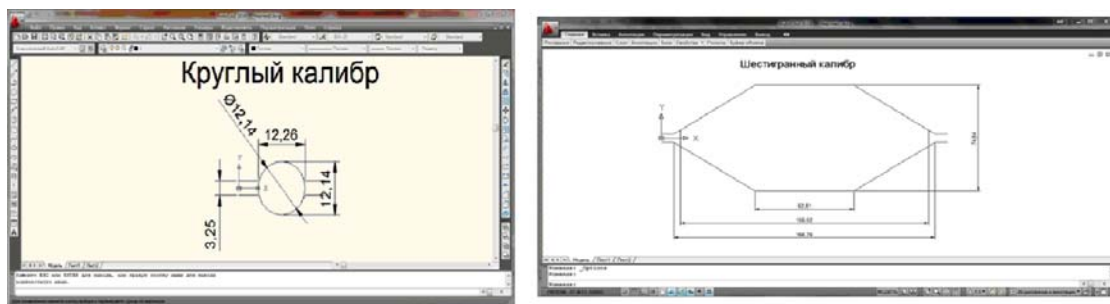


Рис. 6. Прорисовка калибра в AutoCAD

В ходе выполнения работы была разработана автоматизированная система построения калибров при прокатке профилей. Данное приложение обладает всеми функциями в соответствии с поставленной задачей.

В Разработка используется в практических работах курса дисциплины «Технология прокатного производства», «САПР прокатного и волочильного производства» и позволяет повысить качество обучения студентов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКСИДИРОВАННОГО ПОКРЫТИЯ ПРОШИВНЫХ ОПРАВОК НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СТОЙКОСТЬ

Ю. Л. Герасимов, С. В. Авдеев

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Прошивная оправка является специализированным технологическим инструментом, предназначенным для получения полых заготовок в процессе поперечно-винтовой прокатки. При прошивке оправки испытывают экстремальные силовые и тепловые нагрузки.

В ходе изготовления прошивные оправки, применяемые на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», подвергаются окислительному отжигу для создания защитного плотного слоя окалины. Оксидный слой на поверхности оправки обладает смазывающими свойствами, позволяет снизить коэффициент трения, предотвратить схватывание заготовки и оправки, предохранить основной металл оправки от перегрева.

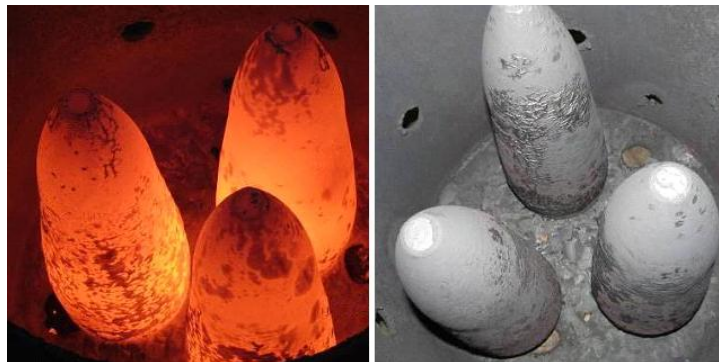
После проведения термообработки вследствие неконтролируемого печного окисления оксидная пленка на поверхности прошивных оправок зачастую имеет отслоения, вспучивания, местами наблюдается «шелушение» окалины, наличие красно-бурого цвета (рис. 1).

Цель работы: исследование влияния оксидированного покрытия прошивных оправок, применяемых на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», на их стойкость.

Объект исследований: оправки из кованой заготовки стали 20ХН4ФА диаметром 120 мм.

В рамках 1-го этапа исследования подготавливались образцы размером $15 \times 10 \times 5$ мм, вырезанные в 3-х характерных местах оправки: в прошивной части, раскатном конусе и цилиндрическом пояске.

При содействии специалистов БНТУ (г. Минск), был проведен комплексный анализ оксидированного покрытия и стальной основы подготовленных образцов: металлографический, микродюрOMETрический, химический, микрорентгеноспектральный, фазовый рентгеноструктурный анализ, анализ механических свойств.



а)

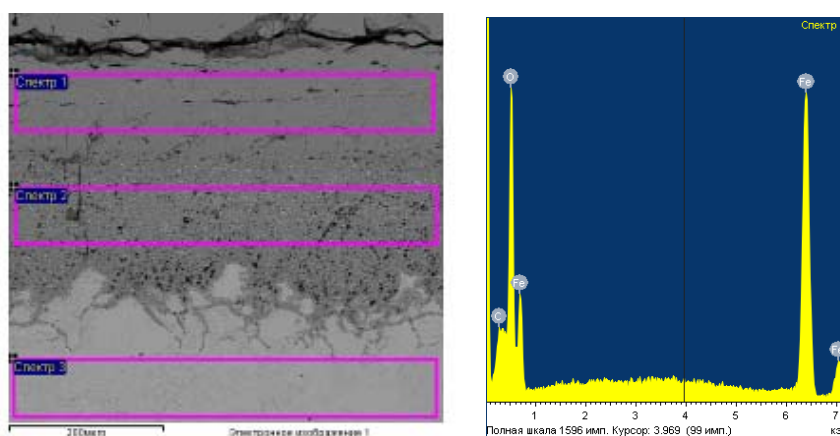
б)

Рис. 1. Прошивные оправки в корзине шахтной печи:
а – после извлечения из печи; б – при охлаждении на воздухе

По результатам проведенных исследований было установлено, что структура металлической основы оправки состоит из феррито-перлитной смеси. При этом были выявлены остатки литой структуры, свидетельствующие о недостаточной степени укова заготовки. Твердость стальной основы оправки 22–23 HRC.

В состав покрытия входят оксиды железа, располагающиеся слоями в соответствии с уменьшением содержания кислорода в направлении от наружного слоя к внутреннему. Структура покрытия состоит из двух зон: верхней и нижней, причем на поверхности верхней зоны имеется тонкий (0,02–0,03 мм) слой, соответствующий оксиду Fe_2O_3 . В более глубоких слоях содержание кислорода снижается. Твердость верхней зоны покрытия 420–540 HV.

Нижняя зона покрытия имеет толщину 0,25 мм. Усредненные результаты микрорентгеноспектрального анализа показывают наличие никеля и хрома в нижней зоне покрытия (рис. 2). Твердость нижней зоны покрытия 370 HV.



Спектр	В стат.	C	O	Si	Cr	Fe	Ni	Итого
Спектр 1	Да	5,55	28,11			66,34		100,00
Спектр 2	Да	6,25	28,18	0,33	1,30	59,81	4,12	100,00
Спектр 3	Да	7,48		0,47	0,89	87,66	3,50	100,00

Рис. 2. Распределение элементов по зонам покрытия и в металлической основе

Фазовый анализ выявил наличие в структуре покрытия следующих фаз: магнетита Fe_3O_4 и гематита Fe_2O_3 . Линии вюститита FeO на дифрактограмме обнаружены не были. Результаты количественного фазового анализа (табл. 1) позволяют отметить, что магнетит присутствует в значительно меньшем количестве по сравнению с гематитом.

Таблица 1

Интенсивность, отн. ед.				Интенсивность, %			
Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	$\alpha-Fe$	Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	$\alpha-Fe$
25223,4	2618,4	–	–	90,6	9,4	–	–

Методом рентгеновской тензометрии были определены остаточные напряжения на образце оправки. Величина напряжений – до 90 МПа. Характер напряжений – растягивающие.

Таким образом, несмотря на наличие развитой переходной зоны в структуре оксидированного покрытия растягивающие внутренние напряжения, низкая твердость стальной основы, недостаток специальных легирующих элементов (V, W, Mo и др.) и отсутствие «вязкой» окалины – вюстита в функциональном переходном слое – в совокупности приводят к низкой стойкости прошивных оправок.

После проведения лабораторных исследований для подтверждения полученных результатов, осуществлялись экспериментальные испытания оправок в промышленных условиях. В рамках 2-го этапа исследования были отобраны 15 оправок с разбиением их на 3 группы по наличию визуальных дефектов оксидированного покрытия:

- 1) оправки без визуальных дефектов;
- 2) оправки с красно-бурым налетом и шелушением оксидированного покрытия;
- 3) оправки с отслоением верхнего слоя оксидированного покрытия.

Промышленные испытания отобранных прошивных оправок осуществлялись при прокате профилера размера труб 60,3 × 5,54 мм из стали марки В.

В целях адекватного сравнения полученной стойкости эксперимент производился согласно нижеприведенной методике.

Методика проведения испытаний:

- 1) настройка прошивного стана на получение одинакового размера гильзы;
- 2) одинаковая длина прошиваемой заготовки (2550 мм);
- 3) задача оправок в прошивной стан в режиме чередования;
- 4) постоянные и равномерные условия охлаждения оправок.

В табл. 2 приведена общая статистика по средней стойкости испытанных прошивных оправок для каждой группы качества наружной поверхности.

Из приведенных данных видно, что все отобранные прошивные оправки испытывались в одинаковых условиях и показали одинаково низкую стойкость.

Таким образом, можно отметить, что красно-бурый налет является следствием наличия большого количества гематита в структуре оксидированного покрытия оправок.

Таблица 2

Сравнительная средняя стойкость оправок

Качество оксидированного покрытия прошивных оправок	Количество использованных оправок, шт.	Число проходов	
		суммарное	условное*
Без визуальных дефектов	5	43	45
Красно-бурый налет и шелушение	5	62	64
Отслоения оксидной пленки	5	56	58

*Условное число проходов – это суммарное число проходов прошивки, отнесенное к стандартной длине заготовки, равной 2455 мм.

Отслоения верхнего слоя оксидированного покрытия вызваны внутренними напряжениями в системе «защитное покрытие – стальная основа» в результате проводимой термообработки. По имеющимся практическим данным, верхний слой окали-

ны «прирабатывается» в начальный период разогрева оправки и защитные функции выполняет переходной слой.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Изучено строение оксидированного покрытия прошивных оправок ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Установлено, что покрытие состоит из двух зон, включающее оксиды Fe_2O_3 и Fe_3O_4 с различным количественным соотношением.

2. Растягивающие внутренние напряжения, низкая твердость стальной основы, недостаток специальных легирующих элементов (V, W, Mo и др.) и отсутствие фазы вюститита FeO в функциональном переходном слое в совокупности приводят к низкой стойкости прошивных оправок.

3. Дефекты оксидированного покрытия оправок, такие как красно-бурый налет, отслоение и шелушение верхнего слоя оксидной пленки являются следствием действующей технологии термообработки – отжига в шахтной электрической печи.

Л и т е р а т у р а

1. Вавилкин, Н. М. Прошивная оправка / Н. М. Вавилкин, В. В. Бухмиров. – М. : МИСИС, 2000. – 128 с.
2. Трубное производство : учебник / Б. А. Романцев [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издат. Дом МИСиС, 2011. – 970 с.
3. Герасимов, Ю. Л. Совершенствование калибровки оправки диаметром 120 мм для прошивки заготовок в двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки / Ю. Л. Герасимов, С. В. Авдеев, Ю. Л. Бобарикин // *Металлург.* – 2015. – № 9. – С. 62–65.
4. Iida, S. Influence of iron oxide of carbon steel on lubricating properties in seamless pipe hot rolling and the effectiveness of borax application / S. Iida, Y. Hidaka // *Tetsu-to-Hagane/Journal of the Iron and Steel Institute of Japan.* – 2010. – № 9. – P. 550–556.
5. Сенякина, А. С. Исследование микротвердости оправки прошивного стана и ее влияние на износостойкость / А. С. Сенякина, О. А. Макарова // *Изв. ВолгГТУ.* – 2013. – № 20 (123). – С. 60–62.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВОЧНЫХ РАСЧЕТОВ РОТОРНО-НОЖЕВЫХ АГЛОМЕРАТОРОВ

Я. А. Гребнева

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

Научный руководитель В. Г. Шипинский

Физико-механическая переработка термопластичного полимерного сырья во вторичный материал, используемый в производстве продукции, определяется во многом его исходным состоянием. В частности, мало загрязненное пленочное полимерное сырье обычно перерабатывается в агломерат – сыпучий материал (окатыши), имеющий более высокую насыпную плотность и используемый далее для грануляции либо непосредственно в производстве изделий литьем под давлением. Производится такая переработка в агломераторах – технологическом оборудовании, которое по особенностям конструктивного исполнения подразделяется на роторно-ножевые агломераторы периодического действия, а также червячные и дисковые агломераторы непрерывного действия.

И если для червячных и дисковых агломераторов методики проектировочных расчетов их основных функциональных параметров имеются [1], то для роторно-ножевых агломераторов такая методика в соответствующей специализированной технической литературе отсутствует и это не позволяет при конструировании рас-

четным путем определять оптимальные значения их параметров. Традиционные же методики инженерных расчетов механических машин здесь не приемлемы, так как в этом оборудовании за счет механической энергии осуществляются термодинамические процессы, приводящие к превращению исходного пленочного сырья в сыпучий материал (окатыши) с более высокой насыпной плотностью. Целью этой работы является создание такой методики и ее экспериментальная проверка на агломераторе двухроторном модели А-01, созданном в СКТБ «Металлополимер» (г. Гомель).

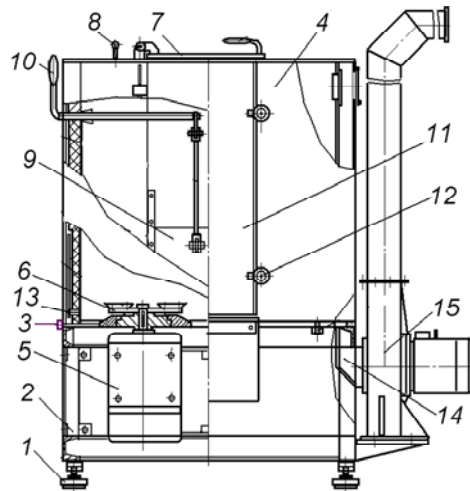


Рис. 1

Данный агломератор, приведенный на рис. 1 [2], содержит установленное на виброопорах 1 основание 2, к которому шарнирным соединением 3 крепится размольно-смесительная камера 4. В дне этой камеры выполнены подшипниковые узлы, через которые проходят валы двух электродвигателей 5, располагающихся в основании 2. На этих валах крепятся в свою очередь дисковые роторы 6, содержащие на рабочих поверхностях по четыре ножа клиновидной формы. Сверху на камере 4 имеется загрузочный люк, закрываемый крышкой 7, и электроклапан 8, автоматически впрыскивающий в нее необходимую порцию воды. В боковой же стенке этой камеры содержится окно для выгрузки агломерата, закрываемое шибером 9, перемещаемым поворотом рукоятки 10. Эту зону выгрузки закрывает также дверца 11, фиксируемая гайками-барашками 12, находящимися на откидных болтах. Камера 4 через закрепленный в ее боковой стенке термопреобразователь 13, связана с прибором контроля температуры, а также через отверстие в дне соединяется с воздухопроводом 14, установленного на основании 2 вентилятора 15, обеспечивающего удаление из ее рабочей зоны пара. Агломератор обслуживается и управляется оператором с расположенного рядом помоста, содержащего присоединенный кабелем пульт.

При работе перерабатываемое пленочное полимерное сырье рабочим вручную сортируется по видам материалов (на полиэтиленовое, поливинилхлоридное и т. д.), очищается от загрязнений и посторонних непластмассовых компонентов, группируется, уплотняется, сворачивается в небольшие рулоны, которые загружаются через верхний люк, закрываемый крышкой 7, в размольно-смесительную камеру 4, и агломератор включается в работу. Загруженное сырье при этом измельчается ножами быстро вращающихся дисковых роторов 6 с интенсивным перемешиванием и за счет трения его измельченных фрагментов между собой и поверхностью камеры за

3–5 мин разогревается до вязкотекучего состояния. В этот момент через электроклапан 8 в камеру 4 впрыскивается определенная порция воды, которая, превращаясь в пар, быстро охлаждает пластицированную массу, и она формируется в отдельные окатыши (агломерат) округлой формы. В это же время включается вентилятор 15, удаляющий пар и пыль из камеры через пылесборник в магистраль вытяжной вентиляции, а также обеспечивающий конвективную сушку полученного агломерата. Отработав предусмотренное время, вентилятор 15 выключается, и оператор поворотом рукоятки 10 поднимает вверх шибер 9, открывая тем самым выгрузочное окно камеры 4. После этого открывается дверца 11 и через открытое окно полученный агломерат выгружается из камеры 4 в технологическую тару.

Методика проектировочных расчетов данных агломераторов должна обеспечивать определение оптимальных значений их следующих основных функциональных параметров: массы пленочного полимерного сырья, загружаемого в размольно-смесительную камеру; мощности привода дисково-ножевого ротора; массы воды, впрыскиваемой в размольно-смесительную камеру для быстрого охлаждения пластифицированных полимерных фракций; объема пара создаваемого испаряющейся охлаждающей водой; мощности электродвигателя вентилятора, удаляющего пар и пыль из размольно-смесительной камеры.

• Масса пленочного полимерного сырья, загружаемого в размольно-смесительную камеру, определяется по формуле

$$m = V\rho k_v, \text{ кг}, \quad (1)$$

где V – объем полости размольно-смесительной камеры, м^3 ; ρ – плотность загружаемого полимерного сырья, $\text{кг}/\text{м}^3$; k_v – коэффициент объемного заполнения камеры пленочным полимерным сырьем; проведенными экспериментальными исследованиями установлено, что при ручном уплотнении загружаемого сырья в камере $k_v = 0,25$.

• Мощность электропривода дисково-ножевого ротора затрачивается в итоге на нагрев и расплавление в размольно-смесительной камере полимерного сырья, поэтому ее определяем по суммарному количеству расходуемой на нагрев энергии из следующего уравнения энергетического баланса [3]:

$$Q = Q_m + Q_l + Q_k, \quad (2)$$

где Q_m – количество энергии, затрачиваемой на нагрев полимерного сырья; Q_l и Q_k – количество энергии, отдаваемой наружной поверхностью камеры в окружающую среду лучеиспусканием и конвекцией соответственно.

Количество энергии, затрачиваемой на контактный нагрев полимерного сырья за единицу времени, определяется по формуле:

$$Q_m = mC(T_k - T_0)n, \text{ кДж/ч}, \quad (3)$$

где m – масса пленочного полимерного сырья, загружаемого в размольно-смесительную камеру, кг; C – удельная массовая теплоемкость полимерного сырья, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{град}$; T_k и T_0 – конечная и начальная температуры нагреваемого полимерного сырья соответственно, К; n – количество полных рабочих циклов, совершаемых в течение часа, при непрерывной работе агломератора, циклов/ч.

Количество энергии, отдаваемой наружной поверхностью камеры в окружающую среду лучеиспусканием, определяется по формуле

$$Q_{\text{л}} = \sigma \varepsilon F T^4, \text{ Вт.} \quad (4)$$

Количество энергии, отдаваемой наружной поверхностью камеры в окружающую среду конвекцией, определяется по формуле

$$Q_{\text{к}} = \alpha_{\text{к}} F (T - T_{\text{в}}), \quad (5)$$

где в формулах (4)–(5) σ – постоянная Стефана–Больцмана; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$; ε – степень черноты (излучающая способность) наружной поверхности камеры; F – площадь наружной поверхности камеры, м^2 ; T – средняя абсолютная температура наружной поверхности камеры, К ; $T_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, К ; $\alpha_{\text{к}}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Суммарная мощность Q определяется сложением вычисленных значений $Q_{\text{м}}$, $Q_{\text{л}}$ и $Q_{\text{к}}$ с учетом следующего коэффициента соотношения величин: $1 \text{ кДж/ч} = 0,278 \text{ Вт}$. Следовательно:

$$Q = 0,278 Q_{\text{м}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{к}}, \text{ Вт.} \quad (6)$$

По вычисленному значению Q принимаем мощность электропривода дисково-ножевого ротора.

• Массу воды $m_{\text{в}}$, впрыскиваемой в размольно-смесительную камеру для быстрого охлаждения пластицированных полимерных фракций, находим из уравнения энергетического баланса: $Q_{\text{м}} = m_{\text{в}} C_{\text{в}} (T_{\text{к}} - T_0) + L m_{\text{в}}$, преобразовав которое получаем:

$$m_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{м}}}{C_{\text{в}} (T_{\text{к}} - T_0) + L}, \text{ кг,} \quad (7)$$

где $Q_{\text{м}} = m C (T_{\text{к}} - T_0)$ – количество энергии, затрачиваемой на нагрев полимерного сырья за цикл, кДж ; $C_{\text{в}}$ – удельная массовая теплоемкость воды ($C_{\text{в}} = 4,2 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$); L – удельная теплоемкость парообразования ($L = 2,3 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг}$); $T_{\text{к}}$ и T_0 – конечная и начальная температуры испаряемой воды.

• Объем пара $V_{\text{п}}$, создаваемого испаряющейся охлаждающей водой, определяется по формуле

$$V_{\text{п}} = m_{\text{в}} \nu k n, \text{ м}^3/\text{ч,} \quad (8)$$

где $m_{\text{в}}$ – масса воды, впрыскиваемой в размольно-смесительную камеру, кг ; ν – удельный объем парообразования ($\nu = 1,673 \text{ м}^3/\text{кг}$); k – кратность воздухообмена за час; n – количество полных рабочих циклов совершаемых в течение часа, при непрерывной работе агломератора, циклов/ч .

• Мощность электродвигателя вентилятора, удаляющего пар и пыль из размольно-смесительной камеры, определяем по формуле [4]:

$$N_{\text{в}} = \frac{k_3 V_{\text{п}} \rho_{\text{в}} \cdot 10^{-5}}{3,6 \eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,} \quad (9)$$

где k_3 – коэффициент запаса ($k_3 = 1,05-1,5$); V_n – объем удаляемого пара, м³/ч; p_v – полное давление, развиваемое вентилятором, Па ($p_v = 12$ кПа); η_v – КПД вентилятора ($\eta_v = 0,5$); η_n – КПД привода (при непосредственной установке колеса на валу электродвигателя $\eta_n = 1$).

По приведенной методике выполнены проектировочные расчеты агломератора модели А-01, созданного и эксплуатирующегося в СКТБ «Металлополимер», г. Гомель. Расчетные данные совпали с фактическими характеристиками этого агломератора с отклонениями в пределах 10 %. Следовательно, данную методику можно применять как при проектировании такого оборудования, так и в учебном процессе при выполнении соответствующих курсовых и дипломных проектов.

Приведенные роторно-ножевые агломераторы периодического действия являются универсальным оборудованием, которое кроме переработки пленочного полимерного сырья в агломерат, может производить дробление тонкостенных пластмассовых изделий (бутылок, банок, термоформованной тары, одноразовых шприцев) в хлопьевидную структуру и использоваться в качестве скоростного смесителя, а также применяться для промывки перерабатываемого сырья водой и для сушки влажного сыпучего материала. А еще они позволяют в процессе агломерации вводить в перерабатываемое сырье различные модификаторы и красители.

Литература

1. Лукач, Ю. Е. Оборудование для производства полимерных пленок / Ю. Е. Лукач, А. Д. Петухов, В. А. Сенатос. – М. : Машиностроение, 1981. – 224 с.
2. Шипинский, В. Г. Оборудование и оснастка упаковочного производства : учеб. пособие / В. Г. Шипинский. – Минск : Выш. шк., 2015. – 382 с.
3. Шипинский, В. Г. Практическое пособие по проектировочному расчету электронагревателей для полимерных материалов / В. Г. Шипинский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 1998. – 52 с.
4. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учеб. для теплоэнергет. специальностей вузов / В. М. Черкасский. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СУБМИКРОННЫХ ПОРОШКОВ ОКСИДА ИТТРИЯ, АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ ЕВРОПИЯ В ОДНОСТАДИЙНОМ ПРОЦЕССЕ

О. В. Давыдова, Н. Е. Дробышевская, А. А. Хорт

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Введение. Оксидные люминофоры в последнее десятилетие привлекают повышенное внимание ученых и разработчиков оптических и оптоэлектронных приборов различных классов и назначений. Они применяются в качестве элементов подсветки ЖК-дисплеев, в составе твердотельных источников освещения – светодиодных ламп и светильников, в конструкциях плоских автоэмиссионных экранов (Field Emission Display – FED), экранах цветного телевидения высокого разрешения, для маркировки и контроля товаров и продуктов [1]. Особой областью применения наноразмерных оксидных люминофоров является создание люминесцентных меток. Недавно начались разработки принципиально нового метода синтеза ультрадисперсных оксидных люминофоров, основанного на процессе горения [2]. Необходимо отметить,

что существующие варианты требуют, как правило, для получения хорошо люминесцирующих порошков дополнительной стадии прокаливания прекурсоров в различных газовых средах при повышенных температурах (1100–1200 °С). С учетом вышеизложенного разработка новых вариантов энергосберегающих способов синтеза оксидных субмикронных люминофоров имеет важное научное и практическое значение.

Экспериментальная часть. В докладе представлен разработанный авторами простой, одностадийный вариант синтеза субмикронного порошка оксида иттрия, активированного ионами европия (красный люминофор) с использованием в качестве комплексного горючего смеси азотсодержащих органических соединений – карбамида и гексаметилентетрамина.

С использованием горючей смеси сложного состава удалось объединить в одном процессе без извлечения промежуточных продуктов этапы инициирования реакции горения, удаление органических примесей, свободной и связанной воды и формирование кристаллической структуры. Особенностью одностадийного процесса является отсутствие операции формирования прекурсора, дробления прекурсора, а кристаллический оксид, активированный ионами РЗЭ, формируется одновременно с реакцией синтеза (рис. 1), причем дополнительные процессы прокаливания осуществляются в печи без извлечения реакционного сосуда. Одностадийным методом были получены ультрадисперсные порошки оксида иттрия, активированные ионами Eu^{3+} и солегированные ионами Eu^{3+} и Bi^{3+} . В схеме одностадийного процесса синтеза при формировании ультрадисперсных порошков оксида иттрия, активированных ионами европия, на стадии упаривания образуются комплексные соединения мочевины с безводными нитратами состава $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, которые при высокой температуре (около 1200 °С), возникающей в результате процесса горения, разлагаются с образованием соответствующих кристаллических оксидов. Причем ионы европия замещают в узлах решетки оксида иттрия часть ионов Y, способствуя формированию люминесцирующего порошка.

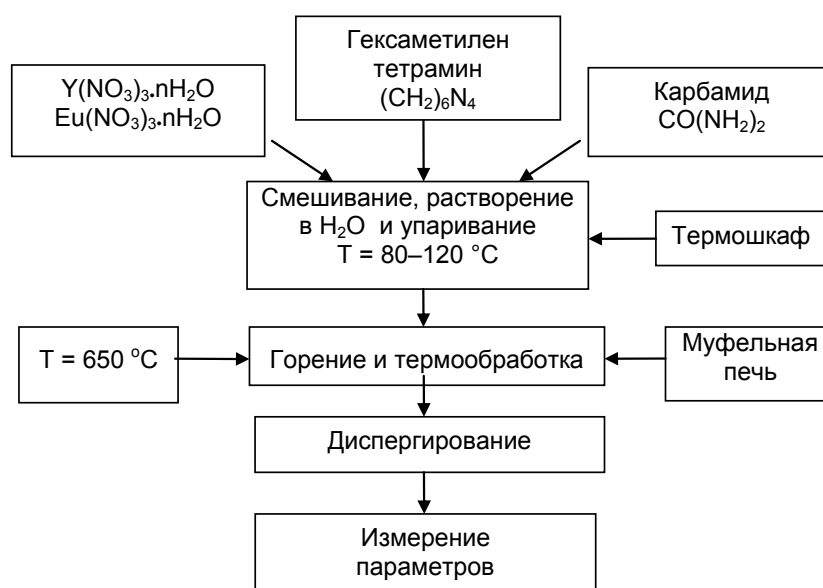
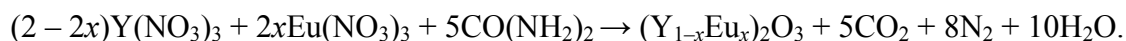


Рис. 1. Схема одностадийного термохимического синтеза оксида иттрия, активированного ионами европия

Суммарная реакция синтеза активированного европием оксида иттрия с использованием карбамида в качестве горючего может быть представлена следующей химической реакцией:



Этапы синтеза люминесцентных порошков следующие: взвешиваем ингредиенты, растворяем в 30,0 мл дистиллированной воды и добавляем в смесь гексаметилентетрамин $(CH_2)_6N_4$. Размешиваем раствор до полного растворения сухих ингредиентов. Полученный раствор ставим в термостойкой выпарительной чаше в термощкаф с температурой 80–100 °С и при помешивании концентрируем раствор до состояния вязкого геля (1,5–2 ч). Далее закрываем чашу алюминиевой фольгой, продельываем отверстия для выхода газов и помещаем эту чашу в другую большего диаметра, и ставим в муфельную печь, нагретую до температуры 650 °С. В печи под воздействием быстрого нагрева формируется пенообразный пористый продукт белого цвета (рис. 2).

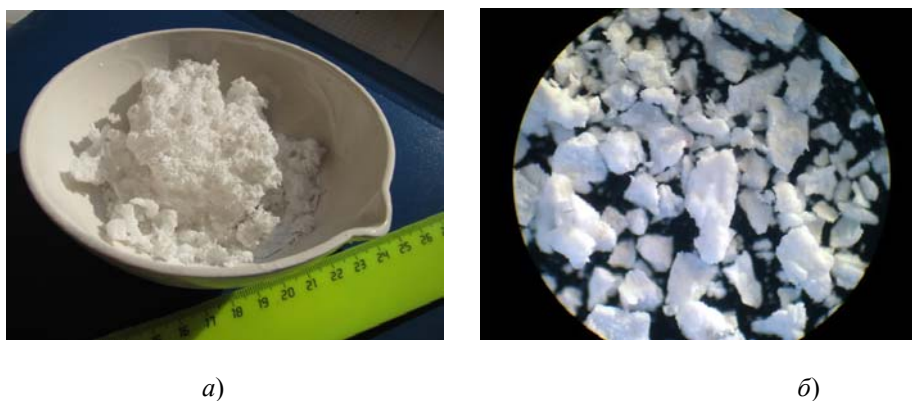
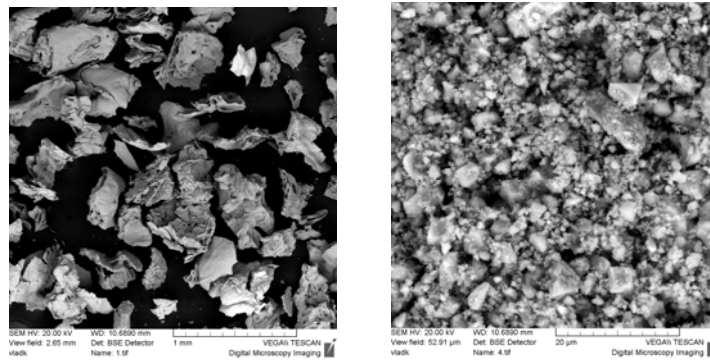


Рис. 2. Продукт одностадийного термохимического синтеза оксида иттрия: а – в чашке после извлечения из печи; б – микрофотография агломератов

Экспериментально установлено, что в процессе формирования оксида иттрия методом горения в одностадийном процессе применение в качестве горючего таких органических соединений как карбамид, смесь карбамида и ГМТА приводит к образованию агломерированных порошков (агломераты 10–100 мкм) с удельной поверхностью $S_{уд} = 7,7–12,8 \text{ м}^2/\text{г}$. Причем установлено, что при добавлении к карбамиду ГМТА удельная поверхность порошков приблизительно на 30 % больше, а размер первичных частиц меньше – в первом случае – 0,1 мкм, во втором – 60,1 нм.

Установлено, что с использованием сложного горючего агломераты в результате реакции получают более рыхлые, с большим количеством пустот (рис. 3).

Таким же образом получали субмикронные порошки оксида иттрия, солегирированные ионами европия и висмута ($Y_2O_3 : Eu^{3+}, Bi^{3+}$) путем добавления к исходному раствору навески азотнокислого висмута. Измерения спектров люминесценции показали, что при возбуждении порошков на длине волны 395,5 нм спектр фотолюминесценции порошкообразных образцов $Y_2O_3 : Eu^{3+}$ и $Y_2O_3 : Eu^{3+}, Bi^{3+}$ демонстрирует узкую полосу с центром на 611 нм (красная область), а интенсивность люминесценции в значительной степени зависит от температуры прокаливанию прекурсора, добавления ГМТА и нитрата висмута.



а)

б)

Рис. 3. СЭМ-изображение порошка $Y_2O_3 : Eu^{3+}$, полученного горением в мочеvine после синтеза (а) и размолотый в ступке (б)

Заключение. Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Разработан новый вариант синтеза субмикронных порошков оксида иттрия, легированного ионами европия и висмута методом горения.
2. Установлено, что в результате реакции получаются порошки с большим количеством пустот и размер частиц составляет от 60,0 нм до 0,1 мкм.
3. Измерение спектров фотolumинесценции выявило максимум в красной области спектра при возбуждении на длине волны 395 нм.
4. Полученные порошки могут быть перспективны в качестве добавок в твердотельные фотolumинесцентные преобразователи.

Литература

1. Подденежный, Е. Н. Классификация способов получения ультрадисперсных оксидных порошков (обзор) / Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2003. – № 1. – С. 21–28.
2. Пермин, Д. А. Получение особо чистых нанопорошков оксида иттрия методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.01 / Д. А. Пермин. – М., 2011. – 101 л.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПРЕЦИЗИОННОГО СПЛАВА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ

И. М. Крижевский

¹Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научные руководители: М. Н. Верещагин¹, В. П. Сергиенко²

²Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси», г. Гомель

Большинство используемых на практике металлических материалов обычно не находится в термодинамическом равновесии, отвечающем минимуму свободной энергии, и отличается множеством различных отклонений от идеально правильного кристаллического строения. Именно возможность получения металлов и сплавов в метастабильном состоянии является одним из эффективных средств направленного воздействия на их физико-химические, механические и другие свойства.

Предельным случаем термодинамической неустойчивости твердых металлов и сплавов является их некристаллическое, или аморфное (стеклообразное), структурное состояние, характеризующееся отсутствием дальнего порядка в относительном расположении атомов, т. е. отсутствием трансляционной симметрии, которая является основным и неотъемлемым свойством правильных кристаллических решеток.

Переход вещества из жидкой фазы в твердую стеклообразную фазу характеризуется рядом специфических особенностей, которые не наблюдаются при обычной кристаллизации. Функции состояния (энергия, энтропия, энтальпия, удельный объем) изменяются с уменьшением температуры непрерывно и почти линейно (рис. 1). Однако вблизи температуры стеклования на кривых появляются перегибы. Первые производные от функции состояния по температуре (теплоемкость, коэффициент термодинамического расширения) меняются вблизи температуры стеклования скачком, а вторые производные (теплопроводность, диэлектрические потери) характеризуются наличием максимума, что позволяет феноменологически рассматривать стеклообразование как термодинамический переход II рода [1].

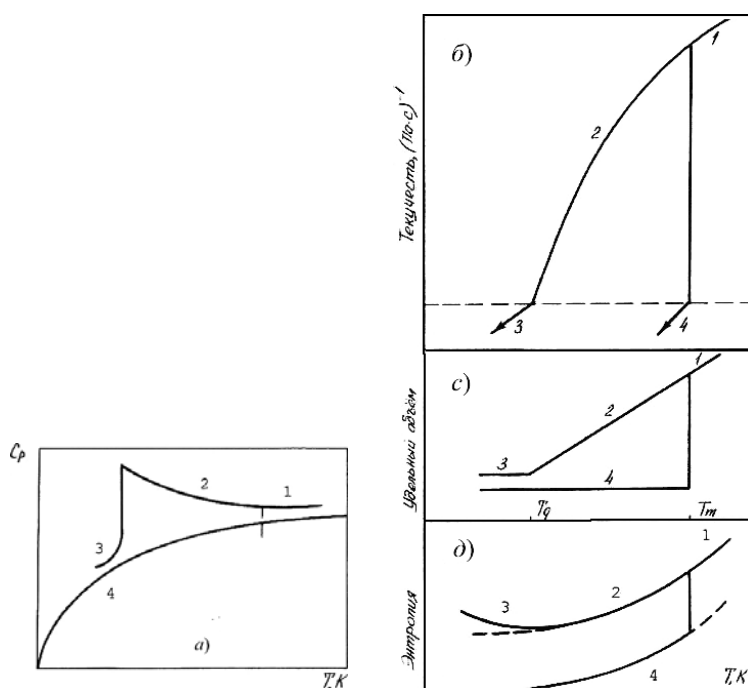


Рис. 1. Изменения свойств вещества в окрестности температур стеклования: а – теплоемкость; б – вязкость; в – объем; д – энтропия; 1 – жидкость; 2 – переохлажденная жидкость; 3 – аморфное состояние; 4 – кристалл

Минимальную скорость охлаждения, необходимую для подавления кристаллизации, называют критической, а температуру, которой соответствует величина динамической вязкости охлаждаемой жидкости 10^{12} – 10^{13} П, называют температурой стеклования. Критическая скорость охлаждения и температура стеклования зависят от природы жидкости и являются одними из основных характеристик ее склонности к некристаллическому затвердеванию.

Нами было получено равенство (1), позволяющее построить зависимости температура–время–превращение (ТВП) и определить время, необходимое для образования заданного количества кристаллической фазы.

$$t = \frac{9,3\eta(T)}{kT} \sqrt[4]{\frac{a_0^9 X}{f^3 N} \frac{\exp\left(\frac{1,07}{T_{от}^3 \Delta T_{от}^2}\right)}{\left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta T_{от} \Delta H_{пл}}{RT}\right)\right)^3}}, \quad (1)$$

где $\eta(T)$ – температурная зависимость динамического коэффициента вязкости; k – постоянная Больцмана; T – температура; a_0 – средний атомный диаметр компонентов сплава; X – относительное количество малой доли кристаллической фазы; f – относительное количество узлов на поверхности растущего кристалла, в которых может происходить присоединение атомов из жидкости ($f = 1$ – для плотноупакованных кристаллов; $f = 0,2\Delta T_{от}$ – для фасеточных кристаллов [2]); N – объемная концентрация атомов; $T_{от} = \frac{T}{T_{пл}}$ – относительная температура; $\Delta T_{от} = \frac{T_{пл} - T}{T_{пл}}$ – относительное переохлаждение; $\Delta H_{пл}$ – молярная теплота плавления; R – универсальная газовая постоянная.

Недостатком данного подхода является предположение об изотермическом характере ранних стадий кристаллизации в условиях сверхбыстрого охлаждения расплава. Однако по мнению авторов [2], [3] влиянием нестационарных процессов на зародышеобразование можно пренебречь.

Определение тепловых условий структурообразования металлических волокон при закалке из жидкого состояния требует совместного решения соответствующих гидродинамической и теплофизической задач, что возможно только в отдельных случаях. Поэтому рассмотрение теплофизики охлаждения металлического волокна на поверхности теплоприемника производился в упрощенном виде. В итоге нам удалось получить равенства (2) и (4), которые позволяют определить температурное поле и скорость охлаждения металлического волокна, что в совокупности с равенством (1) дает возможность установить связь между тепловыми условиями охлаждения и процессами структурообразования в охлажденном материале.

$$T(x, t) = T_T + 2(T_p - T_T) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(\delta_n)}{\delta_n + \cos(\delta_n) \sin(\delta_n)} \exp\left(-\frac{\delta_n^2 a t}{h^2}\right), \quad (2)$$

где $T(x, t)$ – температурное поле охлаждаемого волокна в линейной системе координат; x, t – переменные пространства и времени соответственно; a – коэффициент температуропроводности при начальном условии; T_p – температура расплава; h – толщина волокна; δ_n – положительные корни трансцендентного уравнения:

$$\operatorname{ctg}(\delta) = \frac{\delta \lambda}{kh}, \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи по закону Ньютона; λ – коэффициент теплопроводности.

$$V(x, t) = \frac{2a}{h^2} (T_T - T_p) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\delta_n^2 \sin(\delta_n)}{\delta_n + \sin(\delta_n) \cos(\delta_n)} \cos\left(\frac{x \delta_n}{h}\right) \exp\left(-\frac{\delta_n^2}{h^2}\right). \quad (4)$$

Решить систему уравнений (1) и (2) в явном виде не представляется возможным, поэтому объемное содержание кристаллической фазы в быстро охлаждаемом материале волокна можно определить графически – путем наложения ТВП-диаграмм и температурно-временных зависимостей охлаждения сплава. Для исследования процессов структурообразования в формируемом покрытии необходимо изучить тепловые условия его образования.

Кривые ТВП, построенные для изучаемой системы сплавов, представлены на рис. 2. При построении кривых ТВП температурную зависимость вязкости сплавов аппроксимировали по закону Фогеля–Фулгера, а относительное количество кристаллической фазы принимали $X = 10^{-6}$. ТВП-диаграммы строили для γ -Fe фазы, которая наиболее вероятно образуется по эвтектической реакции при сверхбыстрой закалке и кристаллизации аморфных сплавов на основе Fe.

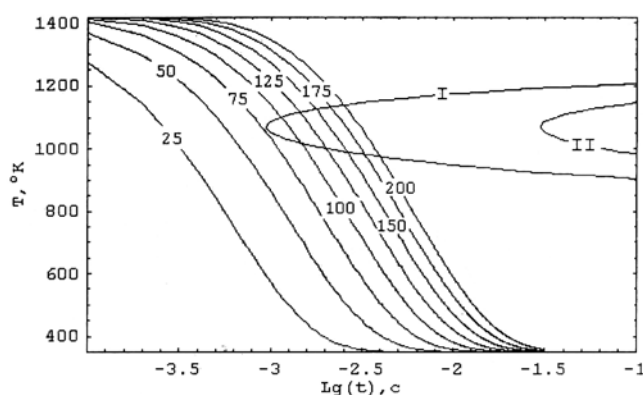


Рис. 2. ТВП-диаграмма (I-II) и кривые охлаждения сплавов системы Fe–Cr–Ni–Mo–Co–V при высокоэнергетической обработке: I – начало кристаллизации; II – окончание кристаллизации; цифры на кривых – толщина охлаждаемых волокон, мкм

Форма ТВП-диаграммы (рис. 2) определяется конкурированием двух процессов, действующих в противоположных направлениях: увеличением движущей силы процесса кристаллизации с ростом переохлаждения и снижением подвижности атомов. Сначала с ростом переохлаждения время, необходимое для кристаллизации заданного объема сплава, уменьшается, затем достигает минимального значения, а в дальнейшем увеличивается с понижением температуры. Для получения аморфной структуры кривые, характеризующие тепловые условия охлаждения сплава, должны находиться левее линии ТВП-диаграммы.

Из анализа кривой ТВП для сплавов системы Fe–Cr–Ni–Mo–Co–V видно, что получение полностью аморфной структуры в случае высокоэнергетической обработки возможно при толщине изделия не превышающей 75 мкм.

Литература

1. Сверхбыстрая закалка жидких сплавов : сб. науч. тр. / под ред. Г. Германа ; пер. с англ. – М. : Металлургия, 1986. – 375 с.
2. Коржик, В. Н. Теоретический анализ условий аморфизации металлических сплавов при газотермическом напылении. II. Фазообразование при затвердевании напыленного материала / В. Н. Коржик // Порошковая металлургия. – 1992. – № 10. – С. 11–15.
3. Дэвис, Г. А. Методы быстрой закалки и образование аморфных металлических сплавов / Г. А. Дэвис // Быстроохлажденные металлы : сб. науч. тр. / под ред. Б. Кантора ; пер. с англ. – М. : Металлургия, 1983. – С. 11–30.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ**

Я. Ю. Ладорская

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

Научный руководитель В. А. Жаранов

Оптимизация процессов литья является до настоящего времени не полностью решенной задачей. Задача оптимизации литниковой системы, казалось бы, несложная - обеспечить полноту заполнения формы расплавом, вязкость которого значительно отличается от вязкости холодных жидкостей, например, воды. Однако выполнение этой задачи осложняется некоторыми особенностями гидравлического процесса заполнения форм. Эти особенности связаны с явлениями, вызываемыми тепловыми и физико-химическими процессами, протекающими как в жидком металле, так и на его границе с окружающей воздушной средой и формой.

Конструирование литниковой системы, обеспечивающее получение отливок хорошего качества, является наиболее ответственной частью разработки литейной технологии.

Тепловые и физико-химические процессы оказывают существенное влияние на течение жидкого металла в каналах литейной формы и являются определяющими для выбора гидравлических режимов их заполнения. Степень влияния этих процессов на гидравлический процесс зависит от физико-химических свойств заливаемого сплава и материала литейной формы. Исходя из этого актуальной задачей является исследование конструкций, условий и принципов конструирования и оптимизация литниково-питающих систем.

Для очистки металла от неметаллических включений малого размера, попавших в металл ранее и образующихся в процессе растворения модификатора, после реакционной камеры в последние годы устанавливают керамические фильтры (пенофильтры), на стенках сложных каналов которых включения адсорбируются. Расход через фильтры в процессе заливки уменьшается.

В сужающихся литниковых системах обеспечивается положительное давление металла на стенки каналов и не возникают явления разрежения и подсоса газов и воздуха. Однако металл при этом поступает в полость формы с большими скоростями (эффект брандспойта), что может привести к размыву формы или стержня. Для создания положительного давления и устранения эффекта брандспойта в литниковой системе устанавливают местные сопротивления (дроссели или пережимы), которые чаще всего располагают под стояком или при переходе от стояка к шлакоуловителю.

Многообразие функций литниковой системы и ее влияние на технологию изготовления литейной формы предъявляют к ней большие требования, которые, однако, можно сформулировать в виде двух основных [1].

При конструировании литниково-питающей системы инженер должен решить две задачи – это получение качественной отливки и создание минимально возможной по объему ЛПС для получения высоких показателей выхода годного.

Рассматривая процесс заполнения литейной формы, можно выделить три стадии движения металла: свободное падение струи металла, течение по каналам литниковой системы, движение в полости формы.

Кратковременность процесса заполнения форм и высокие скорости потоков металла даже при самых тщательных мерах не позволяют обеспечить полного задержания шлака в литниковой чаше и тем более в стояке, который промывается расплавом. Кроме того, как отмечалось, шлаки могут образовываться по пути следования металла: в стояке, особенно в его нижней части, на входе в коллектор и частично в самом коллекторе. В то же время шлаковые частицы нельзя допустить к питателям, так как всасывающий эффект и промывание самих питателей металлом неизбежно приведет к проникновению шлака в отливку.

При попадании струи металла в литниковую чашу ее скоростной напор гасится. Заполнение формы происходит под напором, определяемым уровнем металла в чаше.

В литниковой чаше создаются благоприятные условия для удаления шлака (рис. 1).

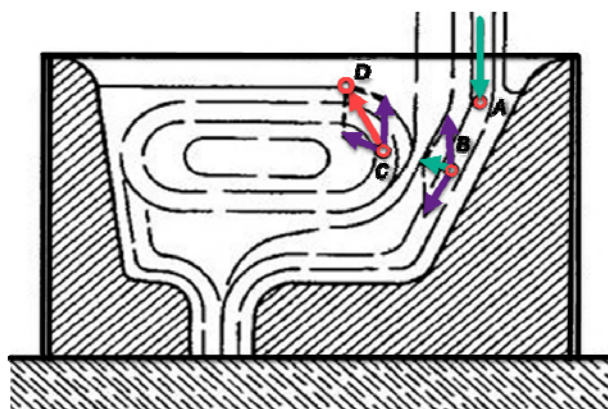


Рис. 1. Удаление шлака в литниковой чаше

Постороннее тело, занесенное струей из точки A в точку B, будет находиться под действием двух сил: силы всплывания, направленной вверх, и силы потока, увлекающей постороннее тело по направлению движения. В результате тело переместится в точку C. В точке C поток снова изменяет свое направление, что сопровождается потерей скорости, и тело передвигается в точку D.

Уровень металла в чаше поддерживают постоянным от начала до конца заливки. Для уменьшения попадания неметаллических включений в тело отливки следует уменьшать температуру расплава, что в свою очередь может снизить заполняемость формы.

Таким образом, последним элементом литниковой системы на пути следования металла в отливку, где еще возможно обеспечить задержание шлаковых включений, является коллектор, который поэтому и является главным шлакозадерживающим элементом литниковой системы.

Возможность заполнения литейной формы ограничена временем, в течение которого расплав, находясь в жидком и жидко-твердом состояниях, сохраняет способность течь. Это время заполнения для одного и того же сплава при одинаковых гидравлических условиях определяется температурой заливки расплава, начальной температурой формы, теплофизическими характеристиками сплава и материала формы, условиями теплообмена на границе раздела «металл–форма» и может быть рассчитано по физическим законам.

Жидкотекучесть можно рассматривать как характеристику заполняемости данным сплавом формы технологической пробы, если

$$\frac{\wedge}{R^2} \leq A \sqrt{t + B \frac{H}{R} \sqrt{\frac{2gH}{1 + \sum \xi_i}}}, \quad (1)$$

где \wedge – значение жидкотекучести; R – радиус канала или толщина отливки; A , B – постоянные для данного сплава и материала формы; H – гидростатический напор; t – перегрев над точкой ликвидус; $\sum \xi_i$ – сумма коэффициентов местных потерь напора.

Жидкотекучесть в этой формуле можно трактовать как максимальную длину стенки отливки толщиной $2R$, которая заполняется при условиях, выражаемых в правой части неравенства как произведение члена, зависящего от условий охлаждения (первый), на член, зависящий от условий течения (второй).

Таким образом, из представленного уравнения видно, что трудности заполнения будут возрастать обратно пропорционально квадрату толщины стенки отливки. Чем тоньше стенка, тем выше должен быть перегрев для обеспечения заполняемости.

На производстве технически сложно на основе только расчетных методов выбрать рациональную конструкцию и рассчитать оптимальные размеры литниковых систем для широкой номенклатуры отливок. При этом определяющее значение имеет личный опыт и наблюдения технолога-литейщика, занимающегося разработкой литейной технологии. Однако нередко даже богатый опыт технолога и литейного цеха – изготовителя литья не могут подсказать оптимальное решение при выборе конструкции литниковой системы, способа и мест подвода расплава в форму и режимов их заполнения.

В этом отношении методы компьютерного моделирования литейных процессов и технологий являются, по существу, единственным эффективным инструментом, позволяющим провести оптимизацию конструкции ЛПС и технологических параметров заливки литейных форм.

Численное моделирование процессов гидрогазодинамики заполнения литейной формы позволяет инженерам-технологам производить анализ физической картины явлений, происходящих в литниковых каналах и форме, классифицировать и изучать динамику развития литейных дефектов, определить потенциальные причины их образования.

В качестве эффекта от применения в производственных условиях программного обеспечения для моделирования литейных процессов можно назвать следующие аспекты:

- повышение скорости внедрения в производство новых отливок за счет сокращения времени апробации технологических решений;
- появление у технологов предприятия качественно нового понимания процессов работы литейной формы;
- возможность проверки концепций и идей технологов без изготовления технологической оснастки;
- повышение скорости формирования интуитивных профессиональных навыков за счет более глубокого, внутреннего понимания процессов, протекающих в литейной форме.

Л и т е р а т у р а

1. Моргунов, В. Н. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку : учеб. пособие / В. Н. Моргунов. – Пенза : Пенз. гос. ун-т, 2004. – 164 с.
2. Можарин, В. П. Литейное производство : учеб. пособие: В 2 кн. / В. П. Можарин ; Юргин. техн. ин-т. – Томск : Том. политехн. ун-т, 2011. – Кн. 2. – 468 с.
3. Дурина, Т. А. Физико-химические основы литейного производства : учеб. пособие / Т. А. Дурина. – Пенза : Пенз. гос. ун-т, 2009. – 138 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Е. Лисун

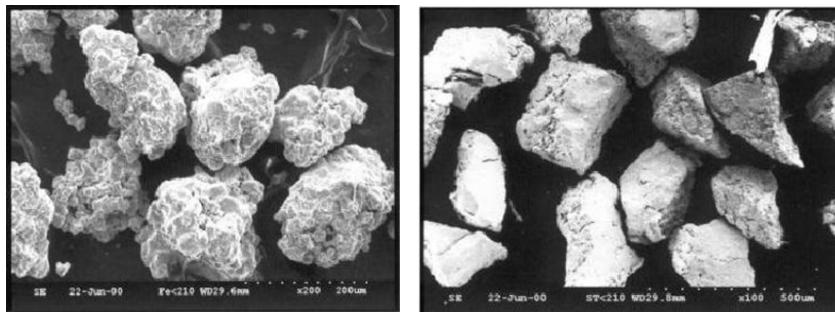
*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин

Развитие и внедрение метода магнитно-абразивной обработки позволит в будущем увеличить производительность изготовления деталей, повысить качество выпускаемой продукции, уменьшить трудоемкость производства изделий, что будет представлять интерес и для целей промышленного союза государств. Магнитно-абразивная обработка производится с помощью абразивных порошков, которые под воздействием магнитных полей на поверхностях магнитов создают условно связанное состояние в виде щеток и при вращении заготовки производится абразивная обработка. Стоит отметить, что магнитно-абразивной обработкой можно эффективно обрабатывать поверхности сложного профиля (например: тел вращения с криволинейной образующей; винтовые; с эвольвентным, трапецидальным и др.). Известно, что абразивный порошок состоит из ферромагнитной сердцевины, поверхность которой покрыта естественными или искусственными абразивными материалами. Естественные абразивные материалы в настоящее время в металлообрабатывающей промышленности применяются редко по сравнению с искусственными, вследствие недостаточной твердости (кварц, наждак) или ограниченности природных запасов (корунд, алмаз и др.). К наиболее широко распространенным искусственным абразивным материалам относятся электрокорунд, карбиды кремния и бора, алмаз и др. Далее рассмотрим, какие абразивные материалы используются за рубежом.

Китайские ученые в 2002 г. описали принцип процесса и характеристики шлифования с помощью несвязанных магнитных абразивов на цилиндрической заготовке. При этом использовалась механическая смесь абразива карбида кремния и ферромагнитных частиц из порошковой стали X30. Размеры зерен порошка установлены в пределах до 180 мкм. В конечном итоге было выяснено, что стальной песок больше подходит для магнитного абразивного полирования, чем карбид кремния. Это обосновывается тем, что твердость карбида кремния превышает твердость стали и как видно на рис. 1, поверхности зерен карбида кремния имеют форму многогранника, что негативно отражается на получаемой шероховатости профиля поверхности детали. Достижимая шероховатость при данном эксперименте составила до 0,042 мкм с производительностью 1,2–1,6 мкм/мин.

Корейские инженеры в 2011 г. провели эксперимент по магнитно-абразивной обработке, используя порошки с покрытием белого алюминия и карбида кремния при одинаковых режимах обработки трубы из нержавеющей стали, представленной на рис. 2. Итоги экспериментов показали, что при изменениях плотности магнитного потока и скорости шлифования достигнутая шероховатость порошками с белым алюминием гораздо лучше, чем с использованием зерен из карбида кремния при одних и тех же условиях обработки. Полученная величина шероховатости составила 0,09–0,05 мкм с производительностью обработки 0,62–0,84 мкм/мин. На рис. 3 представлены графики результатов этого проведенного эксперимента.



а)

б)

Рис. 1. Микроструктура ферромагнитных частиц с использованием стальных зерен (а) и зерен карбида кремния (б)

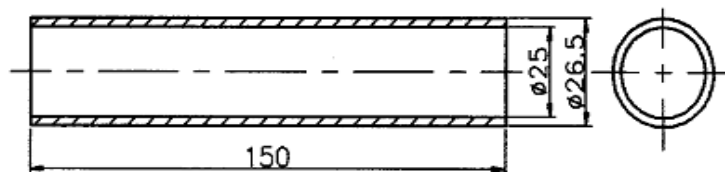
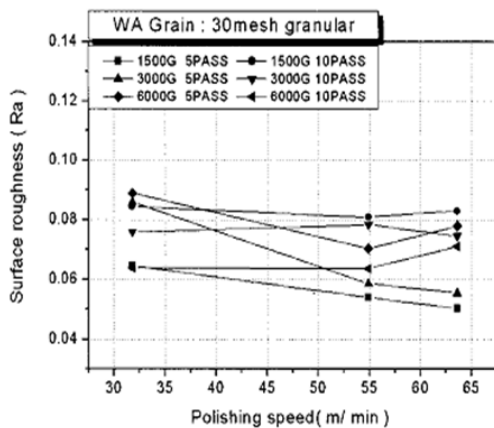
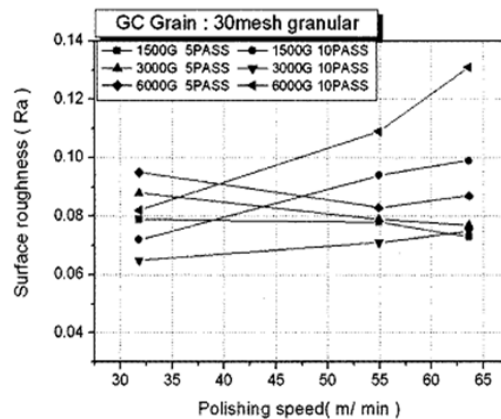


Рис. 2. Эскиз обрабатываемой трубы из нержавеющей стали



а)



б)

Рис. 3. Графики зависимостей скорости шлифования от шероховатости обрабатываемой трубы порошками из белого алюминия (а) и карбида кремния (б)

В 2009 г. в том же Китае применили магнитное полирование с гелевым абразивом для полировки цилиндрического стержня формовочной стали. При обработке в отверстии детали абразивный порошок был занесен в силиконовый гель (рис. 4). Результаты обработки показали, что получаемая шероховатость поверхности детали с помощью гелевого абразива в несколько раз меньше, чем шероховатость поверхности при обычной магнитно-абразивной обработке с помощью несвязанного магнитного абразива в качестве среды. Предельное улучшение обработки поверхности составило 85,22 % с помощью геля, основанного на магнитном абразиве карбида кремния. Шероховатость составила 0,24–0,12 мкм с производительностью 0,8–1,2 мкм/мин.

Также были проведены исследования по эффективности применения отделочной магнитно-абразивной обработки деталей типа «вал» с нанесенными на их рабочие поверхности защитными износостойкими покрытиями твердостью 54–56 HRC_э из порошковых смесей на основе сплава системы Ni–Cr–B–Si. В работе также исследовалась возможность выполнения операций магнитно-абразивного полирования тел вращения из труднообрабатываемых материалов, поскольку шероховатость поверхности является фактором, который влияет на их эксплуатационные характеристики. Применение в процессе магнитно-абразивной обработки ферромагнитных абразивных материалов с размерами зерен 0,063...0,080 мм позволило уменьшить шероховатость поверхности с Ra 0,32 мкм до Ra 0,09 мкм при высокой производительности обработки опытных деталей 1,7–1,8 мкм/мин по сравнению с производительностью обработки на круглошлифовальной операции (около 1–1,2 мкм/мин).

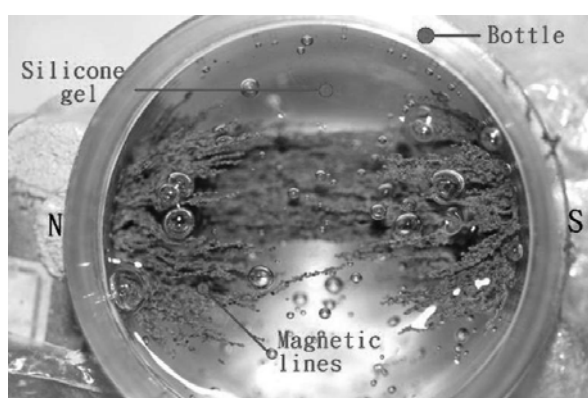


Рис. 4. Магнитное полирование с применением силиконового геля

Результаты исследований продемонстрировали, что магнитно-абразивная обработка труднообрабатываемых материалов борированными порошками на основе отходов металлообработки более эффективна в сравнении с традиционной круглошлифовальной обработкой. Данная технология позволяет достигать шероховатости Ra 0,09 мкм, а также обеспечивает производительный съём дефектных слоев износостойких покрытий с требуемой точностью и шероховатостью поверхности.

На основе результатов экспериментов за рубежом и проведенного исследования можно отметить следующие основные недостатки при магнитно-абразивной обработке:

1. Довольно низкая производительность снятия припуска при доводке вязких материалов из-за засаливания поверхности детали.
2. Недостаточная твердость и непрочное соединение составляющих в зернах некоторых материалов.
3. Высокая себестоимость материалов.

Для устранения данных недостатков следует в дальнейшем рассмотреть применение других методов термообработки (азотирование, нитроцементация и др.), исследовать самозатачивание зерен порошков с использованием восстановления поверхности абразивов в зонах стачивания методом микродугового окисления, применяемым для покрытий на многие вентильные металлы и их сплавы, в том числе на титановые, применяемые в судостроении.

ДВИЖЕНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОТАЦИОННЫХ НАКЛОНЯЮЩИХСЯ ПЕЧАХ

В. С. Мазуров

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

Научный руководитель Л. Е. Ровин

Введение. Ротационные наклоняющиеся печи (РНП) – это новый тип топливных вращающихся печей, гибкий, легко управляемый агрегат, обеспечивающий возможность методического режима обработки как по температуре, так и по составу атмосферы печи, что позволяет не только переплавлять шихтовые материалы, но и восстанавливать металлы из оксидов, сульфатов, сульфидов и других соединений (рис. 1).



Рис. 1. РНП для переработки чугуновой стружки

Окислительно-восстановительные процессы при рециклинге оксидов, в том числе окалины, происходят на границе «твердое тело – газ».

Эффективность и интенсивность теплообменных процессов, протекающих в ротационных печах, зависят как от движения газов, так и от движения дисперсных материалов в печи.

Последнее определяется силами межчастичных связей (аутогезии), внутреннего трения в слое, силами адгезии и трения на границе «материал–футеровка», силами инерции и силой тяжести. Кроме того, на верхний слой частиц, особенно при обрушении, действуют аэродинамические силы вращающегося со скоростями до 25 м/с потока газов.

Компьютерное моделирование с помощью универсальных модулей для анализа газодинамики и теплопередачи позволяет получить представление о траектории и распределении неизотермического потока в печи с учетом ее вращения и позиционирования слоя материала. Движение потока описывается при этом с помощью систем уравнений Навье–Стокса для реальных неизотермических потоков, неразрывности, энергии, изменения температуры по уравнению Фурье–Кирхгофа.

Движение дисперсного материала в печах такого типа практически не исследовано.

Цель исследования: выявление характера движения дисперсных материалов в РНП, определение характеристик движения частиц и слоя в целом.

Для решения поставленной задачи были проведены исследования на имитационных моделях и с помощью компьютерного моделирования.

Исследования показали, что окружная скорость «вращения» материала в ротационных печах значительно выше, чем скорость вращения корпуса печи. Это превышение зависит от относительного объема загрузки или сегмента окружности, занимаемого материалом. Чем ближе материал находится к горловине РНП, имеющей рабочее положение под углом к горизонту, тем меньший сегмент окружности он занимает и тем быстрее вращается (больше оборотов совершает за 1 оборот печи).

В отличие от печей с горизонтальной осью происходит не только циркуляция материала в сечении, перпендикулярном оси вращения печи, но и возвратно-поступательное движение в продольном направлении. В перпендикулярном сечении слоя образуется так называемый «чечевицеобразный» профиль (рис. 2), характерный для барабанных печей.



Рис. 2. Положение материала при вращении (слева – высокотемпературный нагрев стружки в промышленной РНП; справа – имитационная модель)

Кроме того, частицы материала совершают сложное винтовое возвратно-поступательное движение. В циркуляционную зону постоянно вовлекается материал, находящийся в более спокойном ядре слоя (в так называемой скользящей зоне). В результате происходит интенсивное перемешивание материала (рис. 3).

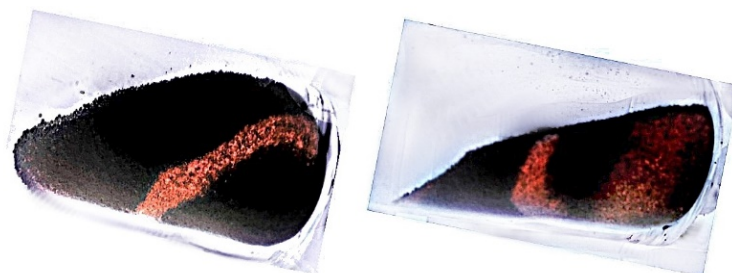


Рис. 3. Перемещение нагретого слоя в РНП за 1 и 3 оборота печи

Для получения количественной оценки параметров движения проведено компьютерное моделирование (рис. 4). Для этой цели использовался ППП CD-Adapco Star CCM+ 11. Фрагменты движения материала представлены в скалярной форме, функцией скалярного поля является линейная скорость частиц.

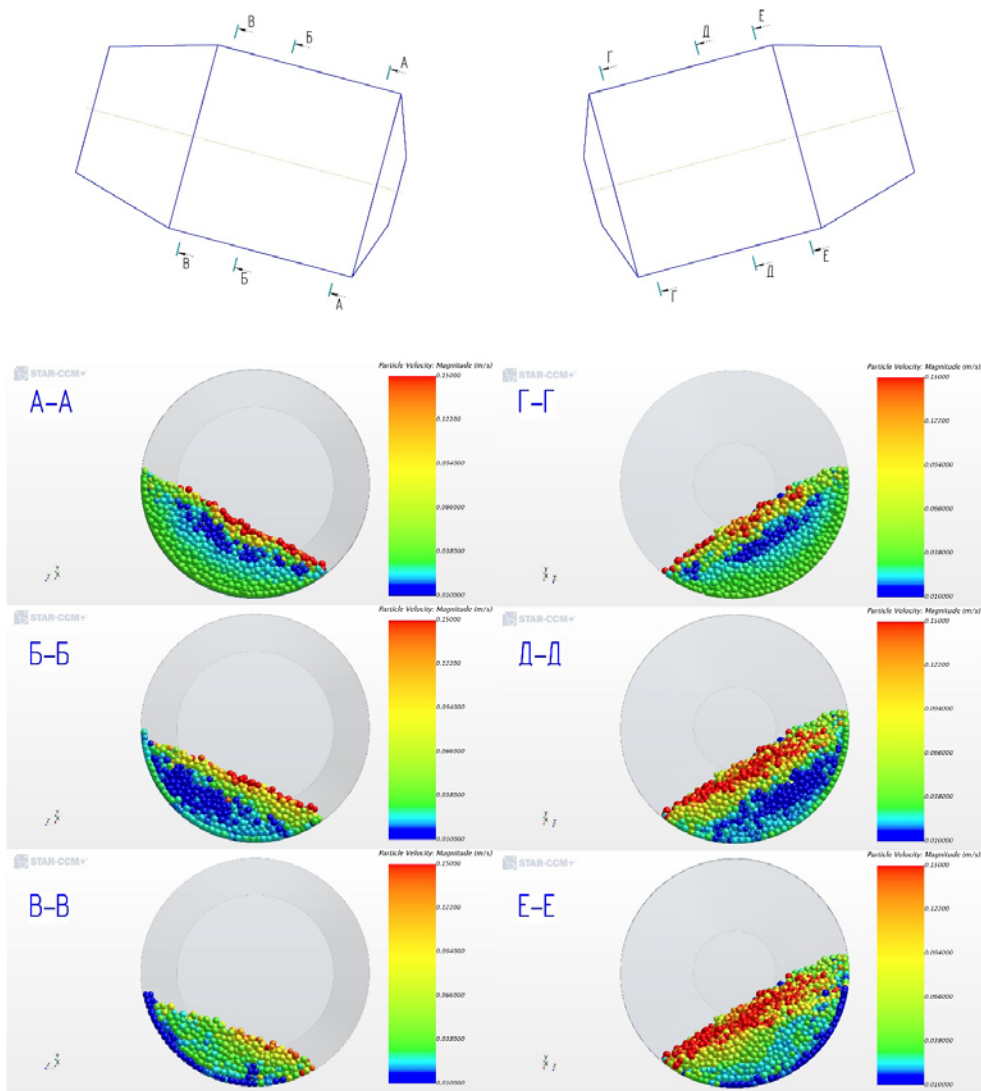


Рис. 4. Движение дисперсных материалов в РНП по сечениям (А-А–В-В – вид со стороны дна печи; Г-Г–Е-Е – вид со стороны загрузочного торца печи). Вращение печи – по часовой стрелке

Полученные данные были апробированы в промышленных условиях. Печь емкостью 2–4 т при обработке чугушной стружки обеспечила нагрев до температуры 820 °С за 15 мин при расходе природного газа 12 м³/т и термическом КПД 49–51 %, что значительно выше, чем у других нагревательных печей, работающих с дисперсными материалами.

Таким образом, впервые выполнено комплексное исследование движения дисперсного материала в ротационных наклоняющихся печах (РНП). Материал в РНП совершает сложное винтовое возвратно-поступательное движение. Установлено, что движение слоя дисперсного материала происходит с окружной скоростью, превышающей скорость вращения печи более чем в 3 раза. Все это приводит к интенсивному конвективному теплопереносу. Полученные данные позволили повысить эффективность работы печей данного типа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ КАЛИБРОВ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ РЕДУКЦИОННО-РАСТЯЖНОГО СТАНА НА ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ

М. В. Оборов

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

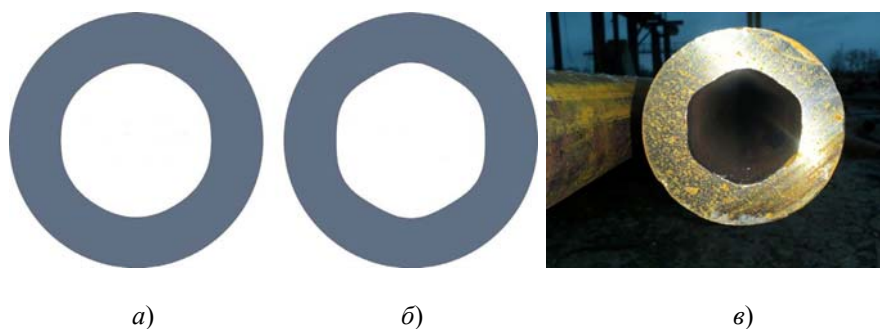
В настоящее время бесшовные трубы являются одним из основных элементов, применяемых в самых различных отраслях промышленности. Горячекатаные бесшовные трубы находят свое применение в машиностроении, нефтегазодобывающей сфере промышленности, строительстве, коммунальном хозяйстве.

Третий основной шаг производства бесшовных труб в трубопрокатном производстве представляет собой прокатку черновой трубы на редуционно-растяжном стане (стан РРС).

В стане РРС черновая труба проходит через прокатную линию, на которой в направлении подачи трубы может располагаться до 28 прокатных клетей. В каждой прокатной клети установлено 3 валька. При прокатке изменяется толщина стенки и диаметр трубы за счет изменения калибров каждой клети и создаваемого натяжения между ними. Вальки клетей приводятся в движение дифференциально-групповым приводом.

В процессе производства труб на данном стане большой проблемой являются такие виды дефектов как граненность, разностенность, ужим.

В данной работе рассмотрим подробнее внутреннюю граненность (рис. 1). Образование дефекта вызвано неравномерностью уменьшения диаметра вдоль периметра трубы. На трехвалковых станах граненность представлена в форме шестигранника, появление которого в значительной степени возрастает при прокатке толстостенных труб с отношением толщины стенки к наружному диаметру $S/D \geq 0,2$.



*Рис. 1. Внешний вид дефекта «граненность»:
а – дефект, входящий в поле допуска; б – дефект, выходящий
из поля допуска; в – реальное изображение дефекта*

Выявление оптимальной геометрии калибров прокатных валков, способной минимизировать образование внутренней граненности на толстостенных трубах, позволит расширить выпускаемый сортамент.

Так как экспериментальное определение оптимальных параметров при действующем производстве в промышленных условиях связано с большими затратами, для исследования был выбран метод численного моделирования.

В качестве исходных данных была выбрана труба $88,9 \times 25$ ($S/D = 0,28$) из марки стали 41Cr4 (аналог стали 40X) по DIN EN 10297-1. Температура трубы на входе на стан – $980 \text{ }^\circ\text{C}$; скорость – 1 м/с .

Были рассчитаны 4 калибровки с экспериментальной нарезкой валков (рис. 2), для каждой построена трехмерная модель и при равных начальных условиях смоделирован процесс прокатки.

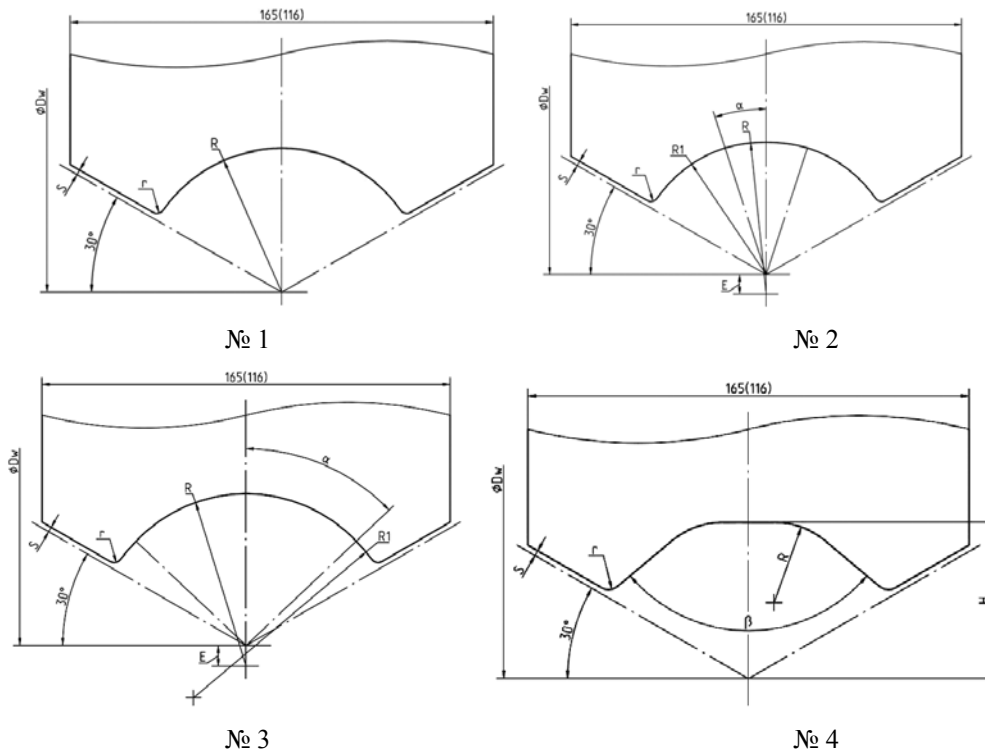


Рис. 2. Экспериментальная нарезка валков

На начальном этапе моделирования при прохождении заготовки через группу черновых и начала базовых клетей на нарезке № 4 были выявлены чрезмерные нагрузки на валки, неполное заполнение калибра металлом и образование ярко-выраженной граненности (рис. 3).

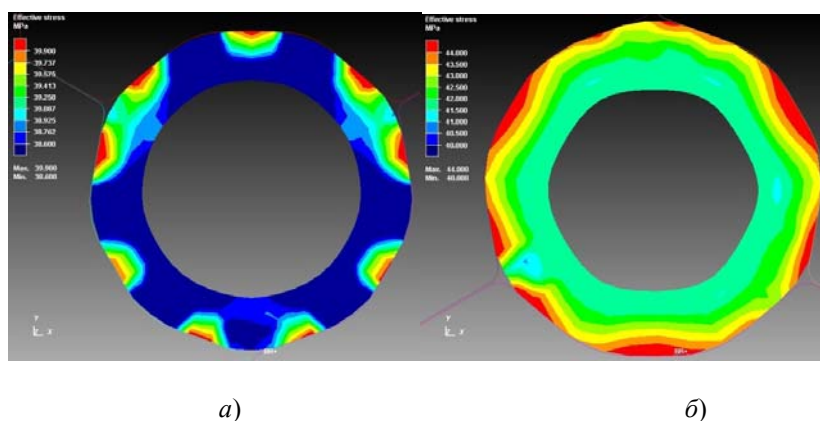


Рис. 3. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 4):
а – в первой клет; б – в шестой клет

Результат моделирования прокатки на нарезке № 1 в черновой группе клетей показал приемлемый по напряжениям и геометрии результат. Однако уже в базовых клетях произошло переполнение калибра и образование внутренней граненности (рис. 4).

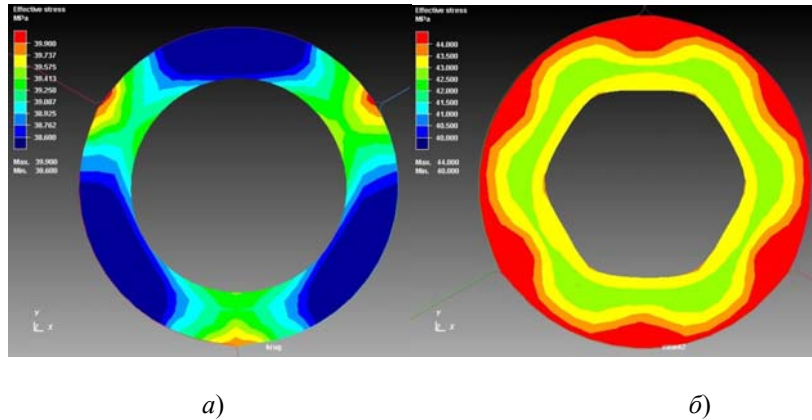


Рис. 4. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 1):
а – в первой клет; б – в шестой клет

Результат моделирования прокатки на нарезке № 2 (рис. 5) в черновой группе клетей выявил более равномерное распределение напряжений по сравнению с нарезкой № 1, в базовых клетях наблюдалось заметное улучшение геометрии и отсутствие образования внутренних дефектов, но в выпусках калибра произошло защемление металла (ограничение уширения).

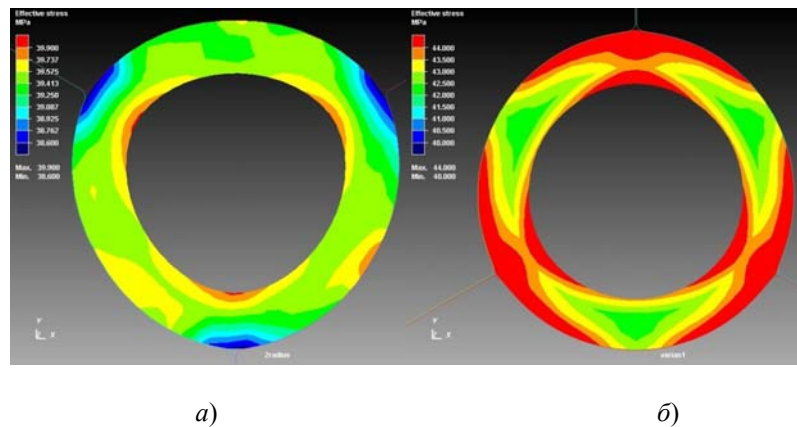


Рис. 5. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 2):
а – в первой клет; б – в четвертой клет

Моделирования прокатки на нарезке № 3 (рис. 6) оказалось успешным. Отсутствовало переполнение калибра, внутренняя граненность, напряжения были распределены равномерно по всему объему.

Нарезка № 2 – круглый калибр с выпусками по радиусу и углом сопряжения радиуса по дну и выпуска $\alpha = 78^\circ$.

Степень стесненности калибра № 2 зависит от отношения его осей, калибра № 4 – от отношения осей калибра и величины угла выпуска, калибра № 3 – только от величины угла выпуска и не зависит от соотношения его осей.

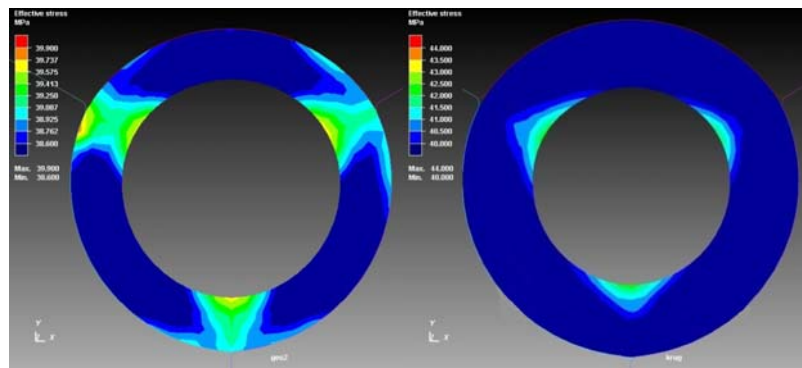


Рис. 6. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 3):
а – в первой клетки; б – в четвертой клетки

При всех употребительных соотношениях осей калибр № 1 оказывается более тесным. Следовательно, при прокатке в круглом калибре с выпусками по дуге окружности неравномерность деформации металла будет меньше, чем при прокатке в овальном калибре с тем же соотношением осей.

Таким образом, построенные численные модели позволили определить факторы, влияющие на образование внутренней граненности толстостенных труб. Данные зависимости позволят в значительной мере расширить выпускаемый сортамент трубной продукции.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ГРАВЮР ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

М. С. Овезов

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

Научный руководитель И. А. Панкратов

Процессы обработки металлов давлением (ОМД) занимают большую долю во многих отраслях промышленности: машиностроении, авиастроении, вагоностроении, судостроении и др.

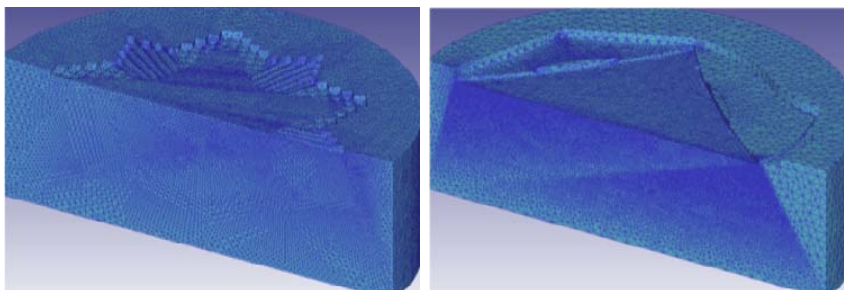
Для разработки оптимальных технологий, позволяющих оптимизировать технологический процесс изготовления деталей и снизить расходы для их производства, применяют программы, основанные на методе конечных элементов. Наилучшая в своей области – это программа ANSYS/LS-DYNA.

Исследования, проводимые в программах конечно-элементного моделирования, позволяют подобрать оптимальный технологический процесс при обработке металлов давлением, оптимальные, рациональные марки материала в зависимости от напряженно-деформированного состояния конструкции, рациональные материалы и форму для максимальной эффективности удара при разрушении и др.

Результаты моделирования позволяют выявить напряженно-деформированное состояние как самой конструкции, так и формирующего элемента в любой точке модели и любой промежуток времени; критические, опасные зоны и участки модели, в которых возможно возникновение разрушения или деформации конструкции; си-

ловые, энергетические, деформационные, контактные величины при взаимодействии частей модели и многое другое.

Объектом исследований является штамповая оснастка для изготовления государственных наград Республики Беларусь.



а)

б)

Рис. 1. Конечно-элементная модель
а – орден Дружбы народов; б – орден «Знак Почета»

Работоспособность инструмента лимитируется стойкостью пуансонов и матриц. Экспериментальные исследования по оценке стойкости инструмента проводили на примере чеканочных штампов для изготовления деталей ордена Дружбы народов и орден «Знак Почета».

Стойкость штампов обусловлена наработкой на отказ геометрией формообразующей поверхности матриц штампов. Так, формообразующая поверхность матрицы для чеканки медальона ордена Дружбы народов имеет ярко выраженный концентратор напряжений в виде канавки формирующей окантовку медальона (рис. 2). Профиль канавки представляет собой набор линий расположенных под прямыми углами друг к другу. Размеры канавки обусловлены формой аверса награды и не могут быть изменены.

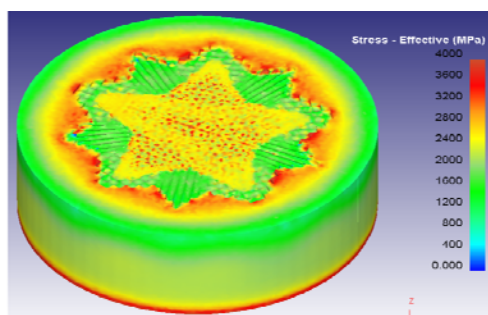


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние формообразующих поверхностей матрицы для чеканки ордена Дружбы народов

Таким образом, в зоне указанного элемента гравюры создаются условия для возникновения напряжений, превышающих предел прочности материала матрицы. По дну канавки возникают начальные трещины. Их дальнейшее распространение происходит в радиальном направлении под действием пульсирующих растягивающих напряжений в момент заполнения гравюры материалом заготовки и сопровождается раскрытием трещины и смещением их берегов.

Исследования формообразующей поверхности матрицы для чеканки накладки ордена «Знак Почета» показали, что форма ручья не имеет концентраторов напряжений в виде заостренных углублений и представлена округлым позолоченным восьмигранником, на который накладывается четырехконечная серебряная звезда с рельефным изображением мужчины и женщины в центре, которые держат Государственный флаг Республики Беларусь и сноп пшеницы. Это способствует более длительной наработке штампа на отказ.

Причиной выхода штампа из строя является разрушение гравюры матрицы в зоне формирования ленты, которая поддерживает лавровые и дубовые ветви, обрамляющие орден (рис. 3).

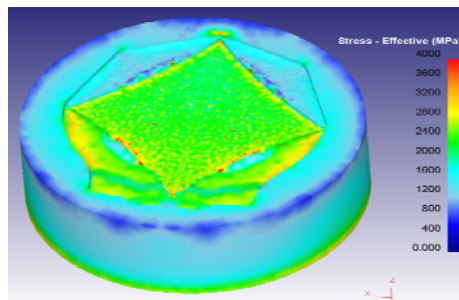


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние формообразующих поверхностей матрицы для чеканки ордена «Знак Почета»

В первую очередь разрушается выступающая перегородка гравюры. Зарождение трещин, приведших к отделению фрагментов формообразующей поверхности, как и в первом случае, происходит в результате концентрации напряжений. Дальнейшее их распространение в направлении основания выступа приводит к разрушению рабочей поверхности.

Указанные дефекты являются следствием пластической деформации, которая возникает в результате воздействия высоких по амплитуде пульсирующих напряжений, при условии, что материал находится в условиях всестороннего неравномерного сжатия [1].

Из вышеизложенного следует, что основной причиной низкой стойкости чеканочных штампов является высокая концентрация напряжений на отдельных участках гравюры. Модернизация формы гравюры невозможна, так как последующее изменение геометрии поковки будет противоречить утвержденному образцу награды.

Результатом моделирования процесса чеканки в программе ANSYS/LS-DYNA было определение напряженно-деформированного состояния заготовки и инструмента и изменение конструкции штампа, позволяющая в наиболее нагруженных участках формообразующей поверхности инструмента снизить амплитуду пульсирующих напряжений.

Производственные испытания штампа для чеканки медальона ордена Дружбы народов показали, что после получения 150 поковок рабочая поверхность матрицы и пуансона не имеет дефектов. Штамп может эксплуатироваться далее. Ожидаемое повышение стойкости чеканочной оснастки для изготовления правительственных наград Республики Беларусь – не менее двух раз.

Литература

1. Штремель, М. А. Прочность сплавов : в 2 ч. / М. А. Штремель // Моск. ин-т стали и сплавов. – М. : МИСИС, 1999. – Ч. 2. Деформация. – 384 с.

**ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО ТВЕРДЕНИЯ
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ СТАЛИ Р6М5,
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ**

Ю. Н. Пешкун

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. Эксплуатационные характеристики деталей машин и штампового инструмента, работающие при контактном взаимодействии, зависят от структуры и свойств поверхностного слоя материала. Градиент распределения структуры и свойств оказывает существенное влияние на изменение многих эксплуатационных характеристик, в том числе способности материала сопротивляться контактному изнашиванию. Наибольшие по величине контактные напряжения возникают на рабочих поверхностях штампового инструмента. В последнее время наметилась тенденция в упрочнении штампов путем высокоэнергетического воздействия лазерным пучком [1].

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись упрочненные слои быстрорежущей инструментальной стали Р6М5. Предварительная термическая обработка всех партий образцов проводилась по стандартным режимам, включающим закалку с температуры 1220 °С и трехкратного высокотемпературного отпуска при 560 °С. Для снижения количества остаточного аустенита проводилась криогенная обработка материала в жидком азоте. Лазерное упрочнение осуществлялось на иттербиевом лазере с длиной волны излучения 1070 нм. Мощность излучения при обработке образцов составляла 1,3 кВт. В поперечном направлении сканирование лазерного пучка с частотой 220 Гц обеспечивало формирование зоны квазистационарного нагрева размером 0,7 × 6 мм. Продольное перемещение по обрабатываемой поверхности образцов производилось машинным способом со скоростью от 600 до 1350 мм/мин, с шагом 150 мм/мин для последующей партии. Половина партий образцов подвергалась высокотемпературному отпуску (560 °С) с целью оценки его влияния на структуру, микротвердость и распределение остаточных напряжений в модифицированном слое.

Определение микротвердости проводилось на поперечных шлифах при помощи прибора ПМТ-3. Исследование микроструктуры осуществлялось на оптическом микроскопе Метам РВ-22 с травлением образцов в 3-процентном спиртовом растворе азотной кислоты. Исследование распределения остаточных напряжений проводилось по методу Саверина [2].

Результаты исследования и их обсуждение. После термической обработки микроструктура стали Р6М5 представлена мартенситом, остаточным аустенитом и карбидными включениями. Проведение лазерного упрочнения привело к образованию сплошной аустенитной области на поверхности всех партий образцов. Ее глубина уменьшилась с увеличением скорости сканирования лазера. Минимальная толщина аустенитной прослойки наблюдается у образцов 6-й партии и составила 20 мкм, максимальная – у 1-й партии – 150 мкм.

Исследование графиков распределения микротвердости по сечению упрочненных образцов показало, что в образцах партии 1 – при толщине модифицированного слоя более 100 мкм – наблюдается снижение микротвердости поверхности с 8300 до 6500 МПа (рис. 1, а). Это снижение обусловлено высоким уровнем остаточного

аустенита, который формируется в результате высокого насыщения γ -фазы легирующими элементами [3]. При этом в подслое, на глубине около 500 мкм, происходит повышение микротвердости до значений, близких к 7500 МПа. В данной зоне созданы условия для автозакалки с получением высокодисперсного мартенсита. На данной глубине микроструктура образца характеризуется переходом от полностью гомогенизированного слоя к основе с присутствием сетки, схожей по своему строению к ледебуритной. Микротвердость сердцевины равна 8000 МПа. Общая глубина модифицированного слоя достигла 4 мм.

При увеличении скорости сканирования значение поверхностной твердости образцов возросло, а общая глубина распределения данного параметра уменьшилась. Максимальное значение твердости на поверхности зарегистрировано у 6-й партии образцов – 10500 МПа. При этом значения микротвердости сердцевины достаточно близки и составили от 7000 до 8000 МПа.

Графики распределения микротвердости образцов, дополнительно подвергнутых высокому отпуску после лазерного упрочнения, имеют существенные различия. Поверхностная микротвердость всех партий возросла до 9000–10800 МПа. При этом отмечено значительное снижение общей глубины упрочненного слоя до 0,2–0,6 мм. Это возможно вследствие дисперсионного твердения в процессе окончательного отпуска, характерного для сталей ледебуритного класса. Значение микротвердости сердцевины не имеет значительных отличий. Величина данного показателя находится в пределах 7000–7500 МПа.

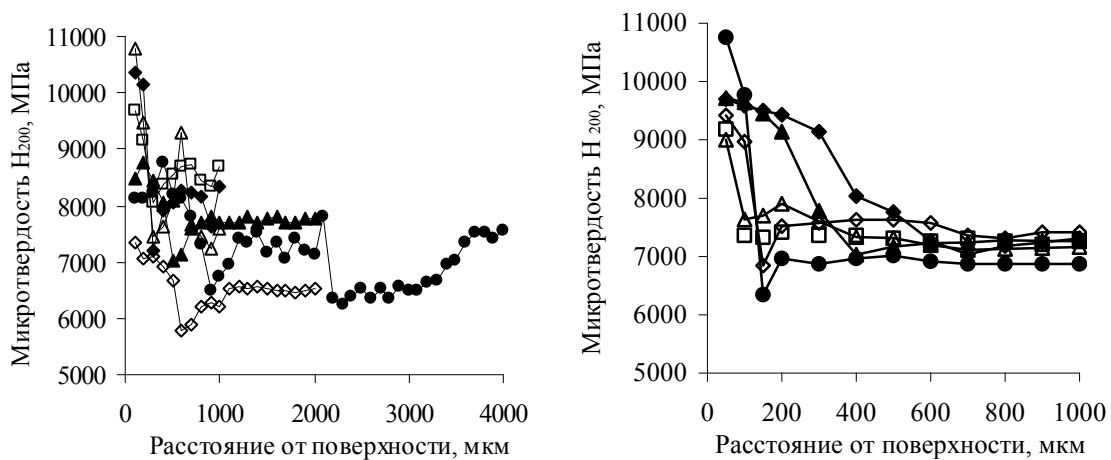


Рис. 1. Распределение микротвердости по сечению образцов из стали P6M5, для партий:
а – лазерная модификация; б – лазерная модификация с высоким отпуском, 560 °С; ● – 1; ◇ – 2; ▲ – 3; ◆ – 4; □ – 5; △ – 6

Исследование остаточных напряжений в упрочненном слое показало, что их величина не превысила 200 МПа. Из рис. 2, а видно, что в поверхностном слое, подвергшемся наиболее сильному термическому воздействию, величина напряжений не превысила 70 МПа. При этом в образцах, отличающихся большей толщиной аустенитного слоя и с выраженной структурой перегрева, напряжения сжатия, а в более тонких (5 и 6 партии) – растяжения. Наибольшие по величине напряжения возникают на глубине порядка 1,5–2,0 мм и имеют сжимающий характер. Они тем выше, чем

больше глубина лазерного слоя. Их появление обусловлено компенсационным действием в ответ на растягивающие напряжения, которые во всех слоях распространены на глубину до 0,5 мм. Несмотря на высокие температуры нагрева поверхности, в слое, подвергнутом аустенизации с высокой степенью растворения карбидных частиц, не возникло значительных напряжений. Это может быть связано с повышенной пластичностью остаточного аустенита, который преобладает в слое над другими фазами.

Проведение после лазерной обработки высокого отпуска при температуре 560 °С не привело к существенному изменению структуры, распределения микротвердости и величины остаточных напряжений. Как видно из рис. 2, б, нагрев до температуры дисперсионного твердения (560 °С) привел к возникновению в подслое области сжимающих напряжений. Это свидетельствует о том, что произошло фазовое превращение части аустенита, большая часть которого вследствие нагрева до высоких температур сохранила высокую устойчивость.

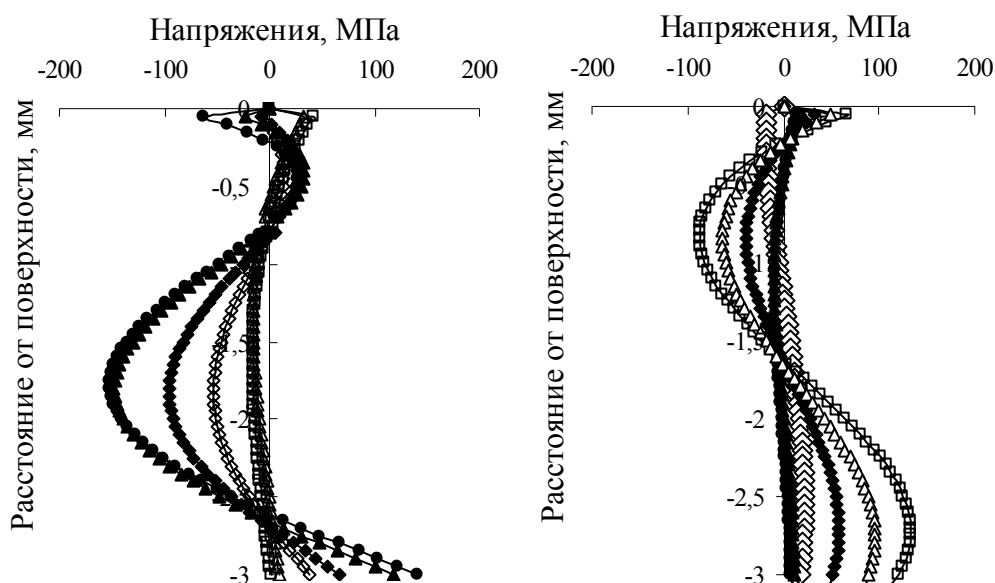


Рис. 2. Распределение остаточных напряжений в модифицированном посредством лазерной обработки поверхностном слое стали Р6М5 в партиях образцов:
а – лазерная модификация; *б* – лазерная модификация с высоким отпуском, 560 °С; ● – 1; ◇ – 2; ▲ – 3; ◆ – 4; □ – 5; Δ – 6

Заключение. Рассмотрено воздействие лазерного упрочнения на структуру, микротвердость и величину остаточных напряжений в поверхностных слоях быстрорежущей инструментальной стали Р6М5. Установлено, что увеличение скорости лазерного сканирования приводит к уменьшению зоны структурных превращений, а соответственно на значения микротвердости. Отмечено, что воздействие высокого отпуска при температуре 560 °С приводит к изменению остаточных напряжений в поверхностном слое с растягивающих на сжимающие и уменьшению глубины распределения микротвердости, вследствие устранения внутренней зоны самоотпуска при дисперсионном твердении материала.

Литература

1. Kostyuk, G. I. The effective cutting tools having the coating and hardened layers, monograph–reference book / G. I. Kostyuk. – National aerospace university named by N. E. Gukovsky «Kharkov aviation institute», 2007. – 633 p.
2. Саверин, М. М. Дробеструйный наклеп / М. М. Саверин. – М. : Машгиз, 1955. – 312 с.
3. Лахтин, Ю. М. Поверхностное легирование металлов и сплавов при лазерном нагреве / Ю. М. Лахтин, Я. Д. Коган. – М. : Машиностроение, 1990. – 56 с.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБВОДНОГО РОЛИКА РОТОРА
КАНАТНОЙ МАШИНЫ**

Д. Е. Руденко, Ю. В. Прыбытков, Н. В. Старков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

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

подавляющее большинство машин и механизмов содержат подшипники качества. При проектировании машин механизмов конструктор сталкивается со следующей задачей: обеспечить возможность работы подшипникового узла в течение требуемого срока службы при минимальных его габаритных размерах, а также с учетом ценового фактора.

При правильно выбранном типе и размерах подшипника и расчетных условиях эксплуатации срок его службы обычно существенно превышает расчетный.

При проектировании подшипникового узла необходимо учитывать следующее:

- выбранный тип подшипника должен соответствовать действующей на узел динамической и статической нагрузке и частоте вращения;
- конструкция узла должна обеспечивать надлежащее смазывание подшипника и его защиту от попадания воды и инородных частиц (грязи, пыли, песка и др.);
- удобство монтажа подшипника и демонтажа при его замене;
- посадочные места подшипников должны быть соосными и не вызывать перекосов в подшипниковом узле.

Должны быть учтены и другие требования, предъявляемые к конкретным конструкциям, такие как габаритные размеры узла, стоимость.

Анализ причин преждевременного выхода из строя подшипников показывает, что 1/3 из них имеет усталостные повреждения, а остальные 2/3 – результат повреждений подшипников при монтаже, из-за плохого смазывания или загрязнения [1].

На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» постоянно проводятся работы по модернизации оборудования, целью которых является увеличение производительности, повышение качества готовой продукции, снижение эксплуатационных расходов и др.

В качестве примера проводимой на «БМЗ» эффективной работы, направленной на снижение текущих издержек и повышение эффективности производства, приведем модернизацию обводного ролика ротора канатной машины TD-2. Узел ротора предназначен для скручивания (свивки) металлокорда для легковых шин.

Устанавливаемый в обводные ролики подшипник находится в сложных условиях эксплуатации ввиду особенностей кинематики механизма (рис. 1).

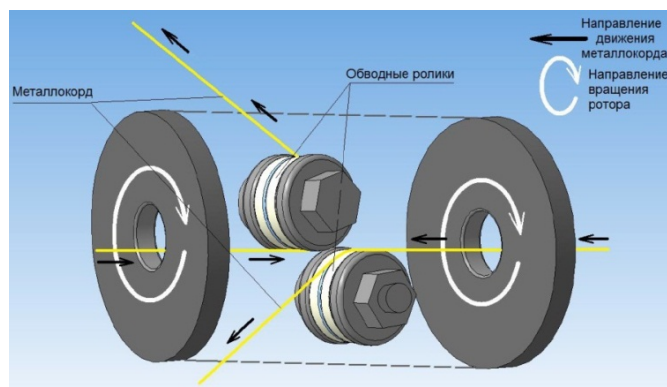


Рис. 1. Кинематическая схема обводного ролика канатной машины TD-2

Рабочее число оборотов роторного вала составляет 5500–6000 об/мин, обводного ролика – 1500–1800 об/мин. Таким образом, при незначительной радиальной составляющей комбинированной нагрузки (сила от натяжения металлокorda составляет порядка 50 Н) подшипник находится под действием центробежных сил, которые способствуют выбросу смазочного материала через выдавливаемое уплотнение и, как следствие, выходу его из строя. Выход из строя обводного ролика в процессе свивки приводит к образованию брака готовой продукции за счет повышения обрывности металлокorda. В связи с наличием большого количества канатных машин в метизных цехах нашего предприятия, а также большим объемом выпуска металлокorda увеличение ресурса работы данного подшипникового узла является актуальной задачей.

Обводной ролик представляет собой необслуживаемый однорядный радиальный шарикоподшипник 180502, посаженный на ось с фиксацией по торцу крышками. Фиксация ролика в роторе осуществляется за счет упорных колец. Указанный подшипник подвергается токарной обработке по внешнему кольцу с целью нарезки канавки (рис. 2). Конструкция обводного ролика не подразумевает подвод смазки к подшипнику. Срок службы подшипника составляет от одних суток до недели в зависимости от свиваемой конструкции корда и скоростного режима эксплуатации.



Рис. 2. Обводной ролик, используемый в настоящее время

С целью увеличения срока службы специалистами исследовательского центра была переработана используемая конструкция обводного ролика. Подшипник 180502 (динамическая грузоподъемность 7,8 кН) был заменен на два подшипника легкой серии 180102 (динамическая грузоподъемность подшипника 180102 составляет 5,85 кН, суммарная динамическая радиальная грузоподъемность комплекта из пары подшипников 180102 составит 9,5 кН) с односторонним уплотнением. Посадка

подшипников производится по внешнему кольцу в обойму ролика, ориентировано стороной с уплотнением наружу. Обойма ролика изготавливается из стали ШХ-15 с посадочными отверстиями под два подшипника и с проточкой канавкой (рис. 3).



Рис. 3. Обводной ролик новой конструкции

После изготовления ролик подвергается закалке. В оси обводного ролика, который также выполняет функции крепежного элемента, удерживающего крышки по торцам ролика, предусмотрено отверстие под маслоканал для пополнения смазочного материала во внутреннем пространстве обводного ролика ручной смазочной станцией с определенной периодичностью. Распределение смазки внутри ролика осуществляется при вращении ротора под действием центробежной силы, благодаря чему смазка попадает на тела качения с торцевой стороны подшипников, где уплотнение не предусмотрено.

Фиксация внутренних колец осуществляется посредством распорной втулки между подшипниками внутри ролика и двумя крышками с наружной стороны ролика для крепления конструкции в роторе канатной машины.

Основные преимущества новой конструкции обводного ролика: снижение расходов на подшипники, снижение текущих простоев производства, снижение уровня брака готовой продукции.

Преимуществом применения данной конструкции также является исключение «закусывания» металлокорда за счет увеличения ширины обводного ролика.

Альтернативным решением может быть использование двухрядного радиально-упорного шарикоподшипника (например, 305702С-2Z). Однако данные подшипники имеют сравнительно высокую стоимость. Кроме того, возникает необходимость изготовления канавки токарной обработкой.

Испытание опытной конструкции обводного ролика проводилось на канатной машине при производстве свиваемой конструкции корда – $2+2 \times 0,26\text{НТ}$. Данная конструкция обеспечивает наибольшую нагрузку на обводные ролики, что послужило определяющим фактором при выборе канатной машины для проведения испытаний опытной конструкции. В опытные обводные ролики были установлены подшипники 180102 (с односторонним уплотнением) без извлечения из них заложенного производителем смазочного материала. После сборки в полость обводных роликов была дополнительно внесена смазка Литол-24 ручной смазочной станцией.

Результаты испытаний показали, что ресурс работы модернизированного подшипникового узла увеличился как минимум в 8 раз. В настоящее время продолжается работа по совершенствованию предложенной конструкции обводного ролика узла ротора с целью достижения максимального экономического эффекта от проводимой модернизации.

Литература

1. Черменский, О. Н. Подшипники качения : справ.-кат. / О. Н. Черменский, Н. Н. Федотов. – М., 2003. – 243 с.

ЭФФЕКТИВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РАСКАТА ДЛЯ СЛИТТИНГ-ПРОЦЕССА

Н. В. Старков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

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

В рамках научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре «Металлургия и литейное производство» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого, определены основные критерии, предъявляемые к слиттинг-процессу [1], выполнение которых обеспечивает его максимальную эффективность.

Таким образом, на эффективность слиттинг-процесса оказывают ключевое влияние следующие условно принятые совокупности величин [2]:

- эффективность разделения в неприводном делительном устройстве (НДУ);
- эффективность формирования раската перед разделением.

Для обеспечения эффективности формирования раската в специальных калибрах слиттинг-процесса (3 прохода) необходимо выполнение следующих условий:

- получение оптимального для разделения в НДУ и формоизменения в последних калибрах геометрического профиля;
- равномерная проработка структуры металла по сечению;
- достижение максимальной стойкости калибров;
- энергоэффективность процесса прокатки;
- стабильность процесса прокатки.

На рис. 1, 2 представлены результаты численного моделирования процесса прокатки арматурного профиля № 10 в 5 линий. Приведенная численная модель отражает эффективный слиттинг-процесс, технологические параметры которого получены путем анализа данных численных и проведенных на стане 320 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» производственных экспериментов.

Форма, размеры перемычек, а также угол между линиями раската выбраны на основании численных экспериментов при определении критериев эффективности разделения раската в НДУ [2], [3].

Средние линии раската, разделяемые в НДУ, имеют овальную форму, что позволяет им самокантоваться при задании в следующий по ходу прокатки овальный калибр. Это позволяет имеющим с двух сторон остатки перемычек средним линиям получать дополнительную деформацию данных перемычек, что обеспечивает улучшенное качество готового проката.

Обобщенным показателем деформированного состояния металла является интенсивность деформаций ε_i , а обобщенным показателем напряженного состояния металла является интенсивность напряжений σ_i . В общем случае объемного напряженного деформированного состояния они записываются в следующем виде [4]:

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_{11} - \varepsilon_{22})^2 + (\varepsilon_{22} - \varepsilon_{33})^2 + (\varepsilon_{33} - \varepsilon_{11})^2 + 6(\varepsilon_{12}^2 + \varepsilon_{13}^2 + \varepsilon_{33}^2)};$$

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + 6(\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2 + \sigma_{23}^2)}.$$

В процессе прокатки раската в специальных калибрах слиттинг-процессом обеспечивается благоприятная равномерная проработка структуры металла, что можно оценить по распределению интенсивности деформаций ε_i (рис. 1, а).

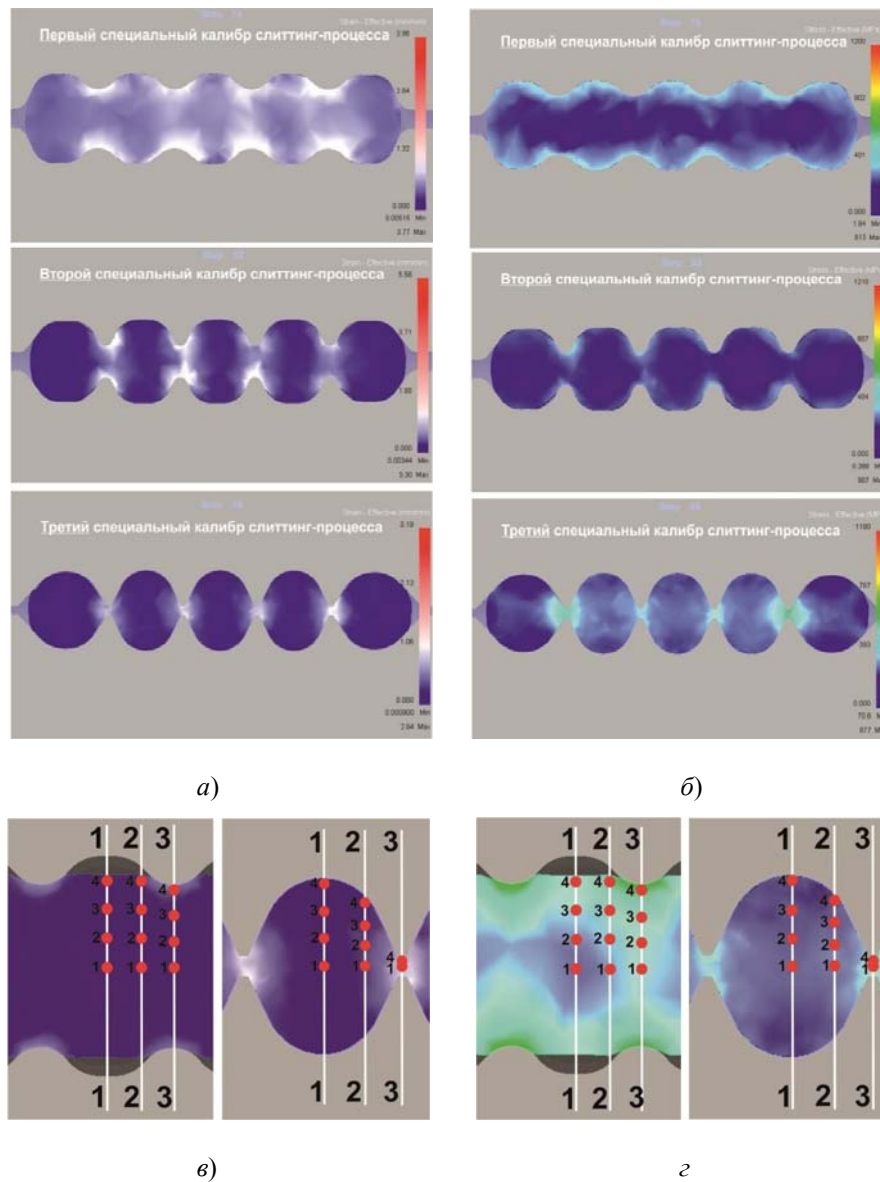


Рис. 1. Интенсивность деформаций (а, в) и напряжений (б, г) при пятилинейной прокатке слиттинг-процессом арматурного профиля № 10

На графике рис. 2, а представлено распределение интенсивности деформаций в сечении 1–1, проходящим через середину центральной линии по контрольным точкам (рис. 1, в) для различных коэффициентов вытяжки ($\lambda_1 = 1,041$; $\lambda_2 = 1,112$; $\lambda_3 = 1,183$; $\lambda_4 = \lambda_{1\text{ спец. кал}} = 1,209$) в первом специальном калибре слиттинг-процесса. Как видно из графика, с увеличением коэффициента вытяжки λ происходит постепенное равно-

мерное увеличение ε_i . Причем для λ_1 , λ_2 , λ_3 интенсивность деформаций ближе к поверхности раската (точка 4) несколько выше, чем в сердцевине (точка 1). При $\lambda_4 = 1,209\varepsilon_i$ выравнивается по сечению. Подобная картина наблюдается и для смежных сечений и проходов слиттинг-процесса, что обуславливает получение плотной и мелкозернистой структуры по всему овалному сечению и преимущественно на периферийных участках, что важно для получения высоких механических свойств арматурной стали.

Режим обжатий выбран таким образом, чтобы максимальный коэффициент вытяжки ($\lambda_{1\text{спец.кал}} = 1,209$; $\lambda_{2\text{спец.кал}} = 1,159$; $\lambda_{3\text{спец.кал}} = 1,164$) и, как следствие, нагрузка на валки (рис. 3) были в первом специальном калибре, имеющем больший радиус скругления гребней (гребни валков первого специального калибра имеют большую стойкость в сравнении с гребнями следующих специальных калибров слиттинг-процесса) и лучшую захватывающую способность. Таким образом, процесс износа валков, образующих специальные калибры слиттинг-процесса, равномерный, что обеспечивает стабильность процесса прокатки.

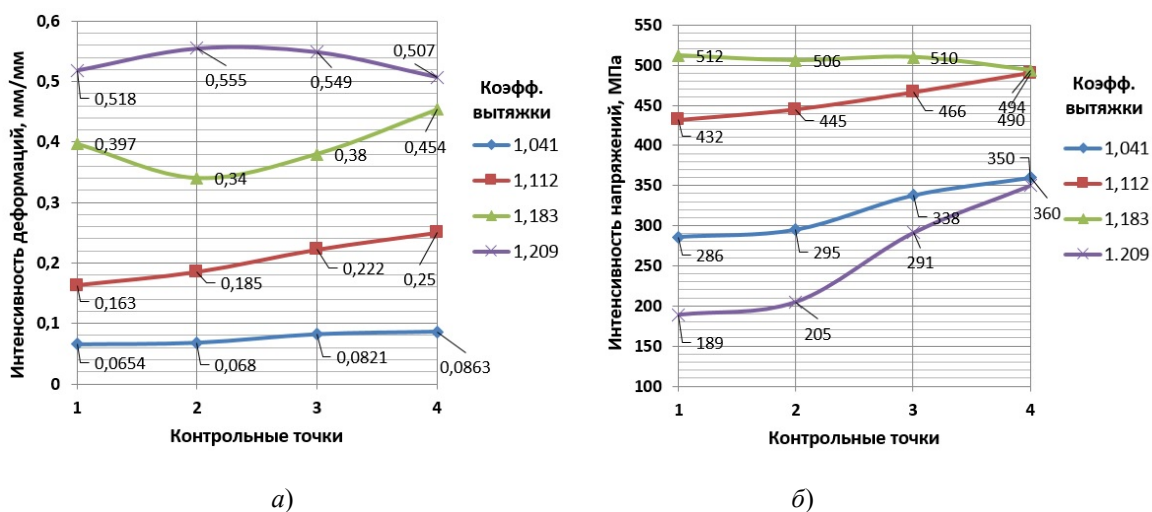


Рис. 2. Графики распределения интенсивности деформаций (а) и напряжений (б) в сечении 1–1 (рис. 1, в, з) в первом специальном калибре при пятилинейной прокатке слиттинг-процессом арматурного профиля № 10

Повышенные значения интенсивности напряжений σ_i наблюдаются в местах контакта гребней валков с зонами формирования перемычек (рис. 1, б). Распределение интенсивности напряжений по аналогичному сечению 1–1 (рис. 1, з) также равномерное. Для коэффициентов вытяжки λ_1 , λ_2 , λ_3 интенсивность напряжений σ_i плавно и незначительно повышается от сердцевины к поверхности средней линии. При $\lambda_4 = 1,209\sigma_i$ выравнивается по сечению. Все это оказывает благоприятное влияние на процесс прокатки с точки зрения энергоэффективности.

Определение критериев эффективности формирования раската перед разделением в НДУ является актуальной задачей для повышения эффективности прокатного производства. Она успешно решается вследствие проведения большого количества численных экспериментов, необходимых для оценки влияния ключевых факторов на процесс прокатки-разделения и выбора их оптимальных значений.

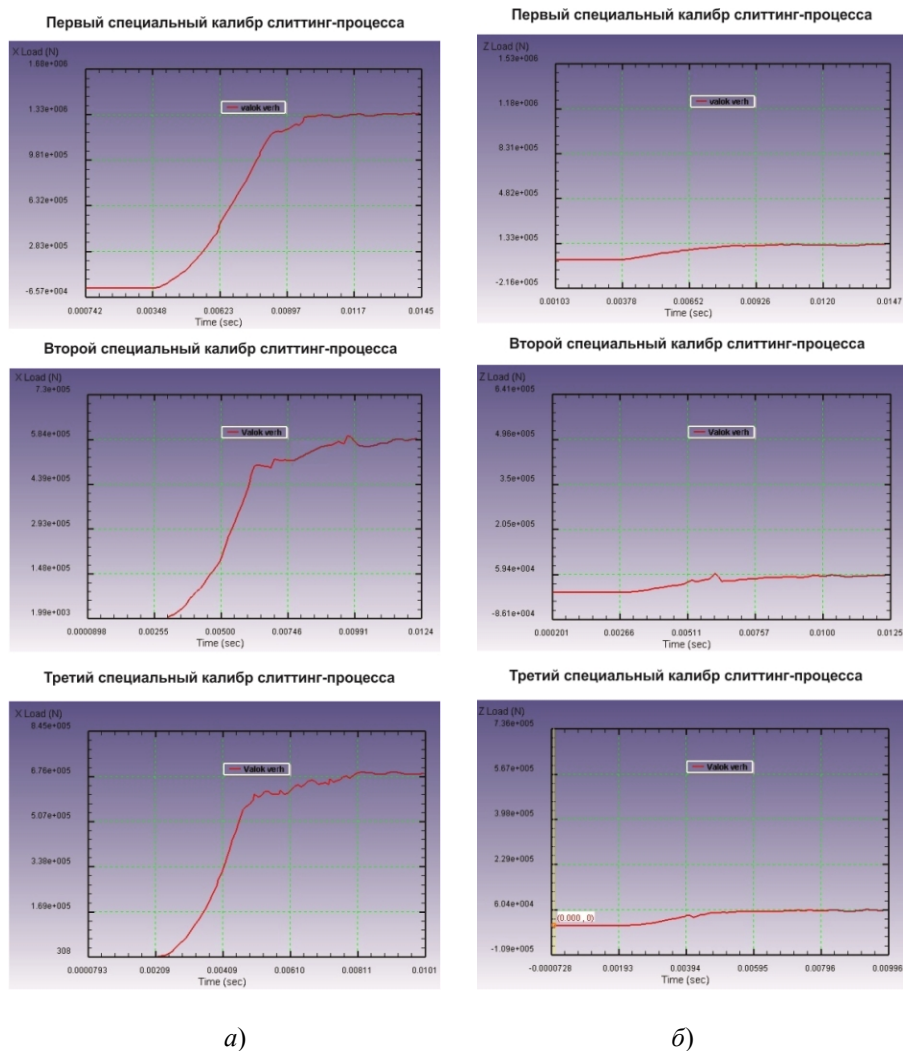


Рис. 3. Графики нагружения валков прокатной клетки при пятилинейной прокатке слиттинг-процессом арматурного профиля № 10:
 а – по оси, перпендикулярной направлению прокатки; б – по оси, совпадающей с направлением прокатки

На основании проведенных исследований разработана «Методика расчета геометрических параметров специальных калибров для прокатки арматурных профилей слиттинг-процессом на мелкосортных непрерывных станах», которая в настоящее время используется техническими специалистами стана 320 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Получен акт о практическом применении результатов исследований в промышленности.

Литература

1. Копылов, И. В. Особенности способов продольного разделения раската при прокатке арматурных профилей / И. В. Копылов, К. В. Волков, А. Ю. Ромадин // Калибровочное бюро. Вып. 2. – <http://www.passdesign.ru>.
2. Старков, Н. В. Выбор схемы и профиля делительных роликов для процесса прокатки-разделения / Н. В. Старков, Ю. Л. Бобаркин // Metallurg. – 2015. – Вып. 5. – С. 44–48.
3. Старков, Н. В. Критерии эффективности слиттинг-процесса / Н. В. Старков, Ю. Л. Бобаркин // Литье и металлургия. – 2016. – Вып. 1. – С. 61–65.
4. Филимонов, И. Теория обработки металлов давлением : учеб. пособие / И. Филимонов, О. В. Мищенко. – Ульяновск, 2012.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ВАЛКОВ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ НА СТАНЕ 370/150 ОАО «БМЗ»

А. В. Стрельченко, А. И. Пости

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

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы: разработать численную модель и определить влияние скоростного режима прокатки на тепловое состояние валков черновой группы клетей стана 370/150.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1. Разработать численную модель сортовой прокатки в черновой клети стана 370/150.
2. Проанализировать полученные результаты моделирования, сопоставить данные с реальным процессом. Откорректировать разработанную модель до ее адекватности.
3. Исследовать с помощью адекватной численной модели тепловое состояние валков в черновой клети стана 370/150.
4. Сравнить и проанализировать результаты, полученные при проведении численных экспериментов. Сделать выводы и рекомендации производству.

Исследуемая проблема: поверхность калибров прокатных валков в процессе прокатки подвергается циклически повторяемым нагреву и охлаждению, при этом на поверхности калибра образуется сетка разгара в виде трещин, вызванная термоциклическими напряжениями (рис. 1).



Рис. 1. Сетка разгара на чугунном и стальном валке черновой группы клетей

Для решения этой проблемы использовался метод построения адекватной численной модели и проведения с ее помощью численных экспериментов (см. таблицу).

Исходные данные для численного моделирования процесса прокатки

Параметр	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
Диаметр бочки валка, мм	668	668	668
Угол захвата полосы, град	28,25	28,25	28,25
Высота полосы, мм	96	96	96
Скорость вращения валков, об/мин	21	71	126
Температура полосы перед прокаткой, °С	999	999	999
Температура валков перед прокаткой, °С	20	20	20

Разработанная численная модель прокатки в черновой клетке стана 370/150

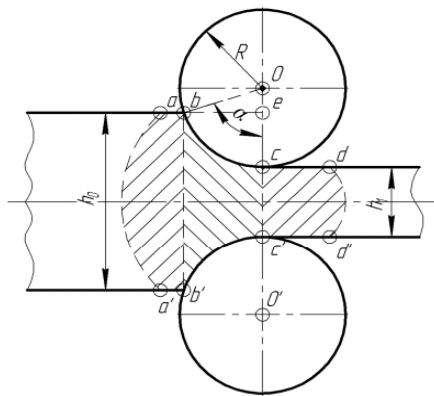


Рис. 2. Геометрический очаг



Рис. 3. Геометрическая модель процесса деформации прокатки

Адекватность численной модели доказывается путем сравнения данных полученных экспериментальным путем и с помощью построенной численной модели (рис. 4).

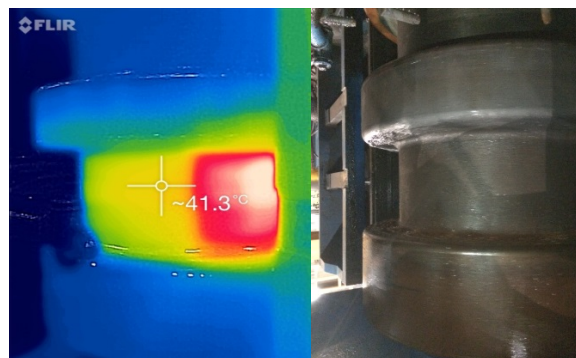


Рис. 4. Валок и его термограмма клетки черновой группы стана 370/150

Результаты численного эксперимента. С помощью адекватной модели было выполнено три численных эксперимента, в которых варьировалась скорость прокатки и определялся в динамике нагрев поверхностей валков и полосы (рис. 5–8). Были получены следующие результаты:

1. Нагрев поверхности валков и полосы на входе и выходе из очага деформации.

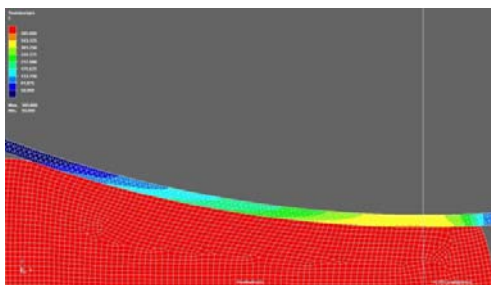


Рис. 5. Нагрев валка на входе

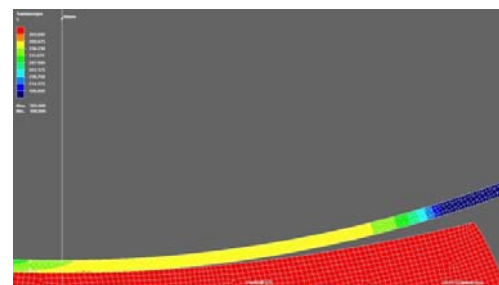


Рис. 6. Нагрев валка на выходе

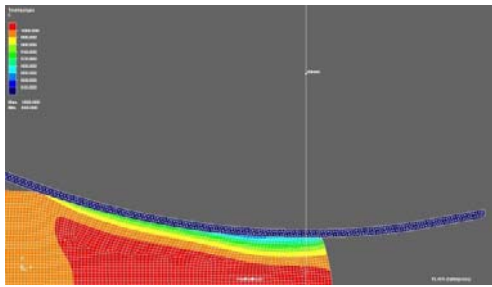


Рис. 7. Температура полосы на входе

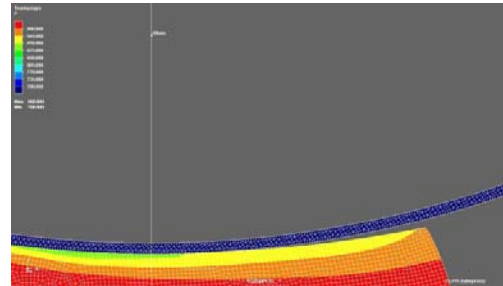


Рис. 8. Температура полосы на выходе

2. Динамика нагрева поверхности калибров валков по длине очага деформации по трем поставленным числовым экспериментам (рис. 9).

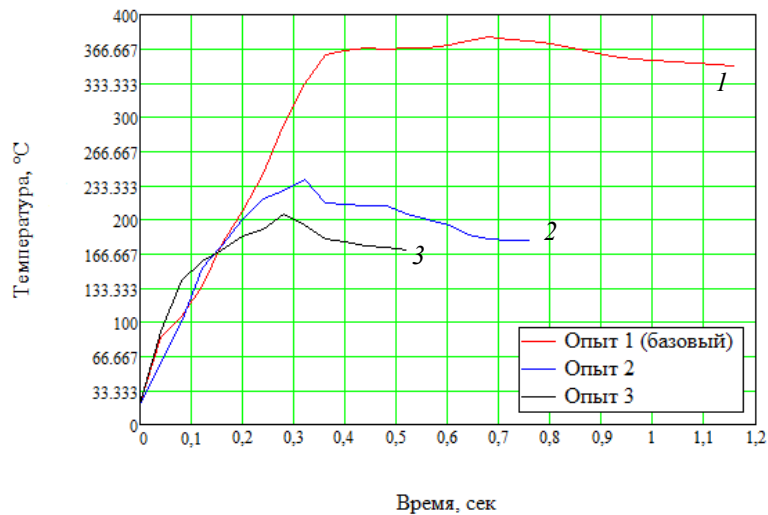


Рис. 9. График нагрева валка в зависимости от скорости прокатки

Заключение. В результате исследования были решены следующие задачи:

1. Впервые разработана адекватная численная модель процесса сортовой прокатки в черновых клетях стана 370/150, которая позволяет определить динамику теплового состояния валка и полосы.

2. Определено влияние скоростного режима прокатки на тепловое состояние валков и полосы черновой группы клетей стана 370/150.

3. Выполнен анализ влияния теплового режима валков на образование сетки разгара.

4. Предложены мероприятия по снижению влияния нагрева и охлаждения валков при прокатке на образование сетки разгара по поверхности калибров в тихоходных черновых клетях путем усовершенствования арматуры охлаждения валков.

СЕКЦИЯ III ЭНЕРГЕТИКА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

С. В. Астравик

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

Научный руководитель А. Г. Ус

Все электрооборудование при существующем своем многообразии подразделяется на силовое и осветительное. На долю электрического освещения приходится 8–12 % от общей расходуемой электроэнергии в народном хозяйстве. Значимость его в жизни человека очень велика. В свою очередь, электрическое освещение представляет собой значительное многообразие осветительных приборов, источников света, элементов электрической сети, имеющих широкий спектр, производимый отечественной и зарубежной промышленностью.

Светотехнические методы расчета освещения и электрический расчет осветительной сети в большинстве своем характеризуются значительными объемами информации, предполагающей применение информационных технологий – программного обеспечения, вычислительных систем, систем, моделирующих осветительную обстановку.

Все это обуславливает необходимость систематизировать предлагаемые методы и методики, составляющие электрическое освещение оборудования, возможность применения относительно более эффективных и современных приборов и методов с целью повышения эффективности изучения не только осветительных приборов, но и всего электрического освещения. А курс «Электрическое освещение» является одним из самых широко используемых и востребованных для подготовки специалистов энергетического профиля.

Проведение лабораторных работ является наиболее продуктивным методом обучения, поскольку студенту предоставляется возможным применить теоретический материал на практике. Это позволяет систематизировать полученные знания, изучить устройство осветительных приборов, получить навыки обращения с осветительной и измерительной аппаратурой, сборки электрических схем, наглядного представления протекающих процессов в системах электрического освещения.

Лабораторные работы, как правило, сопровождаются применением различных стендов для испытания осветительных приборов. Существующее многообразие данного оборудования позволяет снять вольт-амперную характеристику, определить зависимость электрических (ток, активная и реактивная мощности, коэффициент мощности) и светотехнических (световой поток, световая отдача, коэффициент пульсации светового потока) параметров источников света.

По полученным опытным путем исходным данным можно рассчитать другие светотехнические величины и параметры. Вычисления в своем большинстве предполагают использование большого числа формул и вариативности расчета. Следовательно, для повышения эффективности образовательного процесса целесообразным

является разработка электронного комплекса, направленного на оптимизацию преподавания дисциплины «Электрическое освещение».

Электронный комплекс должен включать в себя:

1. Электронный курс лекций.
2. Методические указания для выполнения лабораторных работ с пояснениями.
3. Набор программ для обработки данных лабораторных стендов.
4. Электронный блок контроля знаний.

Методические указания по выполнению лабораторных работ должны содержать не только последовательность действий по работе с программами, но и соответствующие пояснения к ним. Таким образом, обучающиеся смогут не только получить практические навыки, но и вникнуть в суть проделанной работы. Данная функция реализуется посредством всплывающих окон.

Примером использования компьютерных технологий для повышения эффективности использования возможностей стенда является разработка программы для определения освещенности на горизонтальной или вертикальной поверхности от точечных источников света.

Исходными данными будет являться кривая светораспределения для конкретного светильника, которую можно получить на современном стенде для проведения лабораторно-практических занятий по светотехнике.

Алгоритм расчета освещенности должен быть составлен в соответствии с точечным методом расчета освещенности. Точечный метод расчета является универсальным и применим для любых источников света.

Последовательность действий по работе с программой следующая:

В окне интерфейса программы на горизонтальной плоскости следует выполнить расстановку световых приборов и задать исходные данные (силу света, высоту их установки и т. д.).

Указать точку, в которой требуется определить освещенность.

Нажатием на кнопку «расчет» определить фактическую освещенность в точке.

Освещенность элемента поверхности от единичного источника света определяется по формуле [1]:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{H_p^2 K_3}, \quad (1)$$

где I_{α} – сила света под углом α к нормали к освещаемой поверхности, лм; α – угол между направлением силы света и нормалью к освещаемой поверхности, проведенной через ось симметрии источника света; H_p – расстояние от источника света до освещаемой точки на поверхности, м; K_3 – коэффициент запаса; μ – коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий освещенность, создаваемую от неучитенных светильников, стен и потолка.

При наличии двух источников света освещенность в точке на горизонтальной поверхности определяется как сумма освещенностей от каждого из осветительных приборов (рис. 1):

$$E_x = E_1 + E_2 = \frac{I_{\alpha 1} \cdot \cos^3 \alpha_1 \cdot \mu}{H_{p1}^2 K_3} + \frac{I_{\alpha 2} \cdot \cos^3 \alpha_2 \cdot \mu}{H_{p2}^2 K_3}, \quad (2)$$

где E_1 – освещенность, создаваемая источником света ИС1, лм; E_2 – освещенность, создаваемая источником света ИС2, лм.

С увеличением количества источников света расчеты усложняются, что не всегда отражается на правильности конечного результата. Использование информационных технологий позволяет исключить данный недостаток.

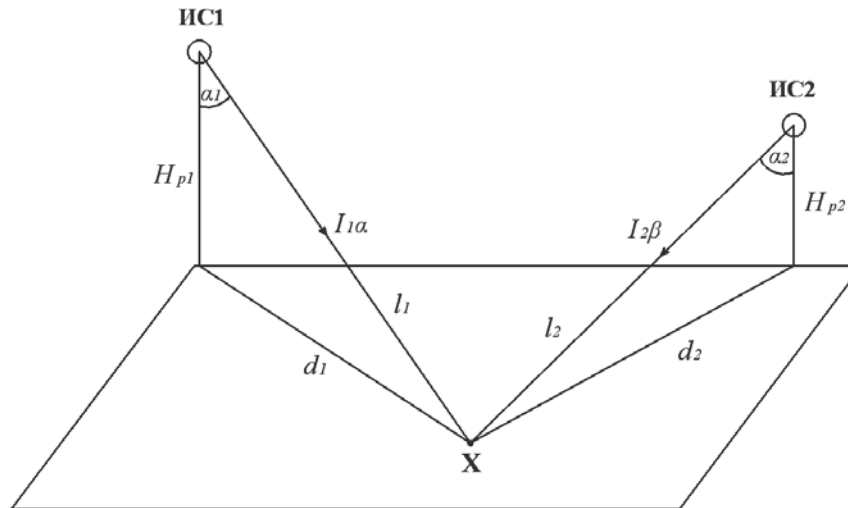


Рис. 1. Освещенность элемента поверхности горизонтальной плоскости в точке X

Точечные источники света используются для аварийного освещения. Полученные значения фактической освещенности можно сравнить с нормативными. Согласно [2] эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов в помещениях 0,5 лк. Следовательно, использование программы также позволит максимально приблизить образовательный процесс к элементам профессионального проектирования.

Контроль знаний является неотъемлемой частью учебного процесса. От того, как он организован, на что нацелен, существенно зависит эффективность учебной деятельности. Электронный блок контроля знаний позволит систематизировать и обобщить полученные практические знания и умения.

Таким образом, применение электронного комплекса позволит повысить эффективность изучения дисциплины «Электрическое освещение» путем углубленного исследования существующих источников света. Использование программной обработки полученных данных со стенда создает новые возможности по моделированию освещенности поверхности, а также максимально приближает образовательный процесс к условиям профессионального проектирования. Блок контроля знаний предоставит возможность систематизировать полученные теоретические знания и практические навыки студентов.

Литература

1. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : учебник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2011. – 543 с.
2. ТКП 45-2.04-153–2009 Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2010. – 110 с.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С. И. Бахур

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель
Научный руководитель В. Н. Галушко

Целью работы является решение актуальной научно-технической проблемы создания эффективного метода и средств исследования надежности сложных электрических систем (СЭС) сетей 0,4 кВ. Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи: разработан метод имитационного моделирования надежности СЭС сетей 0,4 кВ; разработан программно-технологический комплекс имитационного моделирования, обеспечивающий реализацию метода; апробирован разработанный метод имитации.

Авторами предложена математическая модель, позволяющая определить параметры надежности различных сложных электрических систем (СЭС) 0,4 кВ, с применением метода Монте-Карло.

В имитационной модели могут быть реализованы произвольные вероятностные закономерности надежности свойств элементов и воздействий на систему. Поэтому имитационное моделирование определено как наиболее универсальный метод исследования надежности систем.

Имитационное моделирование – метод научного исследования систем, для которого характерно воспроизведение (на ЭВМ) процессов функционирования элементов системы с сохранением их алгоритмов, причинно-следственных связей, последовательности протекания и вероятностного характера.

Многokrатно воспроизводя процесс функционирования имитационной модели системы до отказа, можно собрать статистический материал, достаточный для оценки интересующих показателей надежности системы с заданной точностью.

Основу имитационного моделирования составляет метод статистического моделирования (метод Монте-Карло). Использование имитационного моделирования для расчета надежности сложных технических систем основано на том, что процесс их функционирования представляется математической вероятностной моделью, отражающей в реальном масштабе времени все события, происходящие в системе.

Применение методов имитационного моделирования позволяет учитывать зависимые отказы, произвольные законы распределения случайных величин и другие факторы, влияющие на надежность.

Программа расчета показателей надежности состоит из главной части и отдельных логически самостоятельных блоков-подпрограмм. В главной части в соответствии с общей логической последовательностью расчета происходят обращения к подпрограммам специального назначения, расчет показателей надежности по известным формулам и анализ статистических результатов.

При расчете надежности СЭС применяется логико-вероятностный метод. Под высказыванием X понимается любое предложение, относительно которого можно утверждать, ложно оно или истинно без учета конкретного содержания. Переменная величина, которая устанавливает лишь два значения (1 и 0), называется двоичной. Функция, определяемая набором двоичных аргументов и принимающая лишь два значения (1 и 0), называется функцией алгебры логики.

Любую электрическую систему можно представить структурной схемой надежности (ССН), на которой оборудование заменяют элементом с определенными пара-

метрами надежности. В простейшем случае она представляет системы, которые образованы последовательно-параллельным включением элементов. Однако если структурная схема не является таковой, то решить ее общей аналитической моделью практически невозможно.

В свою очередь, ССН можно сопоставить графу, в котором один или несколько последовательно соединенных элементов представлены ребрами графа, а узлы схемы – вершинами графа (рис. 1).

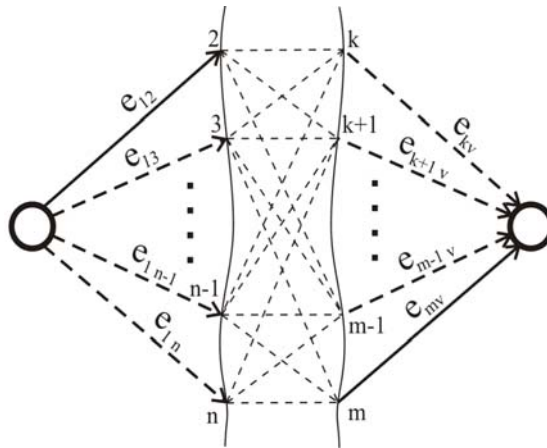


Рис. 1. Граф произвольной электрической системы с входной вершиной m и выходной n

В качестве входных вершин m выступают вторичные обмотки трансформаторов распределительных подстанций, выходными вершинами n – потребители электроэнергии (цеха, отдельные мощные электроприемники и пр.), узлы схемы – распределительные шкафы, ребра графа – линии электропитания 0,4 кВ.

На основании исходных данных составляется матрица надежности СЭС для различных вариантов. Каждая из ячеек матрицы надежности СЭС представляет собой вероятность безотказной работы для i -го трансформатора подстанции и j -го потребителя. При отсутствии связи между потребителем и трансформатором ячейка не заполняется.

При заполнении ячеек для оценки надежности данной информации используется графоаналитический (рис. 1) способ либо на основе последовательно-параллельных связей элементов используется приближенный метод преобразования треугольника в звезду и обратно. В качестве источника информации может быть использован комплекс автоматизированного диспетчерского управления и другие программы, использующиеся для анализа текущего электроснабжения.

После заполнения ячеек матрицы для каждого элемента ее содержимого, характеризующегося определенной вероятностью безотказной работы, с помощью генераторов псевдослучайных чисел на каждый элемент разыгрывается случайное число, определяющее его состояние. После розыгрыша каждый элемент системы принимает одно из двух логических значений: исправен ($a_i = 1$) или неисправен ($a_i = 0$).

На основе вышеизложенных методик была построена математическая модель определения показателей надежности сложных электрических систем.

Программный инструментальный имитационной модели при анализе работоспособности системы позволяет моделировать отказ потребителя электрической энер-

гии, исходя из различных условий его эксплуатации (рис. 2). Для этой цели используются дополнительные элементы программы, реализованные в виде аналитических моделей определения показателей безотказности, функционирования восстанавливаемых или невозстанавливаемых объектов в программе Mathcad для различных законов распределения. В качестве наиболее значимых показателей безотказности используются следующие: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя остаточная наработка до отказа.

Vas privetstvuyet programma ras4eta nadezhnosti elektri4eskix setei. Zapolnite dannie o potrebiteliah.

Ykazite koli4estvo ras4etnix elementov na kazdom potrebitele. Potom nazmite "Dobavit" i "Dalee"

TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Столярный цех	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Мех. мастерская	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Поселок	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Нептун	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Автоколонна	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-1-160	Model/Imya potrebitelia: Пилорама	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Растворный узел	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Резерв	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Резерв	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Склад цемента	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Компрессорная	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Резерв	koli4estvo elementov: 7
TR: TM-2-160	Model/Imya potrebitelia: Конденсаторная	koli4estvo elementov: 7

Dobavit

Рис. 2. Пример реализации программного инструментария

Этап анализа результатов модельных экспериментов на имитационной модели СЭС при анализе различных альтернативных вариантов электроснабжения реализуется следующей последовательностью шагов: оценка надежности всей системы и каждого потребителя в отдельности с помощью множества откликов при изменении параметров процесса; выбор рационального варианта организации СЭС с точки зрения надежности; поиск «узких» мест в СЭС. Опишем технологию решения каждой задачи.

В качестве входных данных задаются: количество трансформаторов и потребителей; параметры элементов графа СЭС; данные о параметрах надежности элементов; количество проводимых автоматически модельных экспериментов. В качестве откликов ИМ использовались:

- вероятность безотказной работы для каждого источника и потребителя;
- вероятность безотказной работы для всех источников;
- вероятность безотказной работы для всех потребителей;
- вероятность безотказной работы для всей системы с учетом важности влияния каждого из элементов СЭС, за счет использования весовых коэффициентов.

При поиске «узких мест» исследовалось распределение «узких мест» для трех групп компонентов: источников, потребителей, вариантов организации СЭС.

Основные научные результаты данной работы заключаются в следующем:

1. Предложен метод имитационного моделирования надежности СЭС сетей 0,4 кВ.
2. Разработан программно-технологический комплекс имитационного моделирования, обеспечивающего реализацию метода.

3. Апробирована технология использования программно-технологического комплекса, обеспечивающая реализацию предложенного метода имитации функционирования СЭС.

Практическое применение программного инструментария заключается в оптимизации технических решений по обеспечению надежности при проектировании и эксплуатации сложных электрических систем. Результаты исследования позволяют: прогнозировать показатели надежности электрооборудования СЭС; установить «узкие места» в обеспечении надежности; разработать мероприятия по повышению эффективности функционирования электрооборудования.

КОМПЛЕКТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД АСИНХРОННОГО С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И ФАЗОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЕМ В ЦЕПИ СТАТОРА В ЭЛЕКТРОМЕХАТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ

А. С. Бутраменко, И. И. Бадьков, Д. П. Антипенко, А. Н. Михайлова

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

Научный руководитель О. Н. Парфенович

В настоящее время в связи с возможностями микроэлектроники информационная подсистема (ИПС) электроприводов может обеспечить практически неограниченное количество функциональных операций с электродвигателем, причем, в блоке с достаточно небольшими размерами. Достижения в области IGBT и MOSFET технологий производства мощных транзисторов позволили значительно снизить и габаритные характеристики силового электронного блока, так называемой энергетической подсистемы (ЭПС) преобразователей. Как результат, электротехнические компании с началом нового столетия стали предлагать рынку электромехатронные (ЭМПТ) изделия, у которых подсистемы ИПС–ЭПС были совмещены в однокорпусной конструкции. Но дальше дело не пошло! Рынок не принял такие изделия. Сейчас предлагается преобразователи, системы управления и защиты устанавливать отдельно от электродвигателей. Почему? С нашей точки зрения, потому что, во-первых, стоимость ЭМПТ с преобразователем частоты в однокорпусном исполнении в 4–5 раз превышает стоимость электродвигателя (при этом окупаемость затрат весьма проблематична); во-вторых, потери электроэнергии непосредственно в электронном преобразователе частотно-регулируемого электропривода, работающего на модулируемой частоте 4–15 кГц, настолько значительны, что они дополнительно разогревают корпус электродвигателя, тем самым снижая его выходную мощность. Имеются также проблемы с электромагнитной совместимостью в одном корпусе подсистемы ИПС и ЭПС, работающих в среде широкого спектра мощных гармоник от коммутации силовых токов электродвигателя с частотой 4–15 кГц, что существенно влияет на надежность электропривода в целом. Здесь следует, пожалуй, отметить то, что к настоящему времени многие электротехнические компании, производящие силовую преобразовательную технику и электродвигатели, усиленно рекламируют и рекомендуют к применению в различных отраслях производства именно частотно-регулируемые (ПЧ) электроприводы, работающие на модулируемой частоте 4–15 кГц.

При этом обращается внимание прежде всего на возможность получения в таких системах сверх широкого диапазона регулирования скорости асинхронного электродвигателя, расширение функциональных возможностей электропривода в целом, и как один из примеров – «Установка в нагнетателях вместо дросселирования регулируемых электродвигателей дает экономию электроэнергии до 40–50 %, воды – до 10–15 %, тепла – до 20 %» [1].

С нашей точки зрения, здесь не все так просто. Хорошо известны недостатки частотно-регулируемых электроприводов, которые работают на модулируемой частоте 4–15 кГц.

Пожалуй, главное из этих недостатков – это то, что до настоящего времени не исследовано влияние мощного электромагнитного излучения электроприводов ПЧ, работающих на модулируемой частоте силовых токов 4–15 кГц, на окружающую среду, в частности, обслуживающий персонал, что может со временем оказаться определяющим фактором, резко ограничивающим применение электроприводов подобного типа. Высокочастотные гармонические составляющие создают дополнительные потери в электродвигателе, что приводит к снижению его КПД. Согласно полученным нами экспериментальным данным, приведенным в табл. 1, суммарные потери в преобразователе и фильтрах могут достигать 15 % от номинальной мощности электропривода, а дополнительные потери в электродвигателе, вызванные импульсным характером питающего напряжения – 10–20 %. К такому же выводу пришли и ученые Ивановского государственного энергетического университета [2].

Таблица 1

Результаты измерения КПД для различных узлов ПЧ

Узел	$P_{вх}$, Вт	$P_{вых}$, Вт	КПД, %
Входной фильтр	3382	3314	0,98
ПЧ	3314	3148	0,95
Выходной фильтр	3148	2896	0,92
Сумма	3382	2896	0,85

Таким образом, общий КПД системы частотнорегулируемого электропривода, например с электродвигателем 4A100S4, с которым мы и проводили исследования: $\eta_{сум} = \eta_{дв} \cdot \eta_{дф} \cdot \eta_{пр} = 0,81 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 0,5$, где $\eta_{дв}$ – КПД электродвигателя, $\eta_{дф}$ – снижение КПД электродвигателя от влияния гармонического спектра токов, $\eta_{пр}$ – КПД преобразователя, что по потерям энергии соизмеримо с максимальными цифрами экономии электроэнергии, которые рекламируют некоторые электротехнические компании, при использовании частотнорегулируемых электроприводов в различных типах технологических процессов.

Мы предлагаем альтернативу электроприводам с ПЧ – электроприводы с электродвигателем (по нашей рубрикации – ДАС-12 [3]), разработанным на кафедре «Электропривод и АПУ» в Белорусско-Российском университете (рис. 1), специально предназначенным для работы с тиристорным регулятором напряжения (система ТРН-АД, рис. 2), которые во многом лишены приведенных выше недостатков системы ПЧ-АД.

В двигателе ДАС-12 ротор вентилятора охлаждения вращается с постоянной скоростью независимо от скорости вращения силового ротора. Выступающая часть ротора имеет закрытый круглый паз, стержни которого за счет частотного сжатия тока увеличивают активное сопротивление на регулировочной характеристике двигателя.

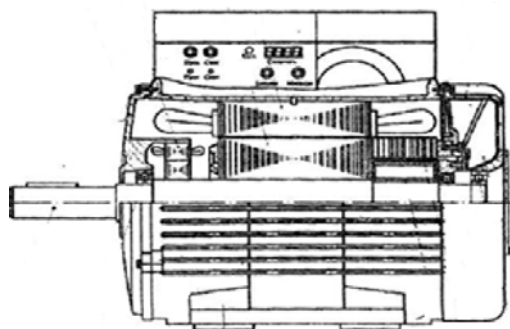


Рис. 1. Особенности конструкции асинхронного электродвигателя ДАС-12, работающего с тиристорным регулятором напряжения

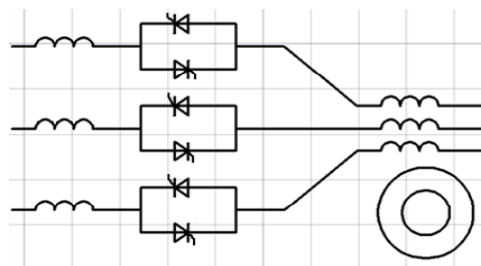


Рис. 2. Функциональная схема ТРН-АД

Предлагаемая система электропривода в электромехатронном исполнении обеспечивает 5 основных, в так называемой базовой комплектации, функциональных режимов работы электродвигателя: управляемый пуск, управляемое торможение, регулирование частоты вращения в диапазоне 10, режим энергосбережения на номинальной скорости электродвигателя, момент электродвигателя по условиям нагрева при заторможенном роторе $M_d = (0,3...0,4)M_n$.

Указанные режимы работы достаточны для 80–90 % электродвигателей, используемых в производстве. Пожалуй, единственный недостаток данной системы электропривода – это повышенные, пропорционально скольжению, потери в электродвигателе на регулировочных характеристиках. Этот недостаток в определенной мере устраняется выполнением обмотки статора электродвигателя по конструктивной схеме, представленной на рис. 3, сработанной на основе теоретических идей с практическим выходом профессора Яловеги.

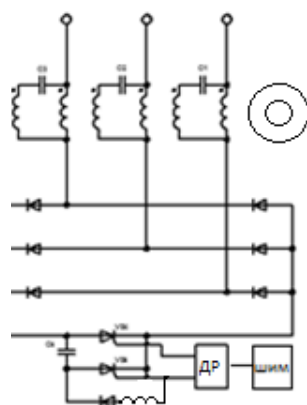


Рис. 3. Функциональная схема ТРН-АД с ШИМ

В табл. 2 приведены технические характеристики стандартных электродвигателей АИР100S4, СМ 300/400 и ДАС-12, ДАС-15 – две последующие графы расчетные, полученные на основе опытных данных соответствующих других модификаций подобных двигателей.

Характеристики асинхронных электродвигателей

Параметр	АИРС 100S4	CM300/400 с электронным регулятором частоты (Siemens, ФРГ)	ДАС-12 с электронным регулятором напряжения	ДАС-15 с ТРН с ШИМ
Мощность, Вт	2300	3000	3500	3900
Напряжение, В	380	380	380	380
Ток, А	5,76	6,92	7,8	8,6
Частота, Гц	50	50	50	50
Скольжение	4,8	5,7	4,5	4,4
Частота вращения, об./мин	1428	1415	1433	1434
Момент номинальный, Н · м	15,4	20,2	23,4	26,3
Ток холостого хода, А	4,3	0,5	0,5	0,5
КПД номинальный, %	78	81,5	82	82
$\cos(f)$ номинальный	0,78	0,81	0,83	0,84
Кратность пускового тока, I_p/I_n	6,2	6	3,5	3,5
Кратность пускового тока, M_p/M_n	2,8	2,8	2,55	3,0
Кратность максимального момента, M_{max}/M_n	3,1	3	2,6	–
Кратность минимального момента, M_{min}/M_n	2,27	2,2	2,5	–
Момент, допустимый по условиям нагрева при $n = 0$, Н · м	0,5	8,4	6	12
Диапазон регулирования напряжения при вентиляторной нагрузке	1,5	1000	10	100
Допустимая частота пуско- тормозных циклов при $J = 6J_{дв}$	До 80	До 120	До 400	До 400
Габариты, мм	360-245-240	366-270-240	360-289-240	366-270-240
Масса, кг	27,9	28	28,8	29

Литература

1. Ильинский, Н. Ф. Опыт и перспективы применения регулируемого электропривода насосов и вентиляторов / Н. Ф. Ильинский // Тезисы докл. XII Всерос. конф. – СПб., 1995. – С. 12.
2. Казаков, Ю. Б. Зависимость потерь асинхронных двигателей от параметров широтно-импульсного регулирования напряжения / Ю. Б. Казаков, А. А. Лукин, В. А. Андреев. – Вестн. ИГЭУ. Вып. 3. – Иваново, 2007. – С. 1–4.
3. Асинхронный электродвигатель регулируемый Парфеновича : пат. 4647 Респ. Беларусь, НО2К 9/06 / О. Н. Парфенович ; заявл. 10.10.94 ; опубл. 25.04.06 // Бюл. № 5.
4. Параметрический привод Яловеги : пат. 2262791 РФ. – www.findpatent.ru/patent/226279/html.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Довгун

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

Научный руководитель Т. В. Алферова

В современных условиях решение проблемы повышения качества электроэнергии стало возможно на новом техническом уровне. Созданы аппаратные средства измерения показателей и разработана система учета и контроля качества электрической энергии. На всех уровнях управления режимами в энергосистемах активно внедряются интеллектуальные автоматизированные системы диспетчерского управления на базе современных средств информационной и компьютерной техники. В связи с этим актуальное значение приобретает разработка эффективных методов и компьютерных программ расчета показателей качества электроэнергии [1].

Расчеты показателей качества (уровней высших гармоник) в сетях предприятия, отличающихся сложной конфигурацией и содержащих значительное количество элементов, практически возможны только при применении ЭВМ.

Для реализации расчета высших гармоник в системах электроснабжения промышленных предприятий в среде Delphi была разработана программа «Sigma», позволяющая выполнять расчеты несинусоидальности токов и напряжений в системах электроснабжения и коэффициента несинусоидальности напряжения, источником тока высших гармоник которых является вентильный преобразователь (6-, 12-пульсный), а также любой другой источник, задающийся амплитудой и углом каждой гармоники. Главное окно программы представлено на рис. 1.

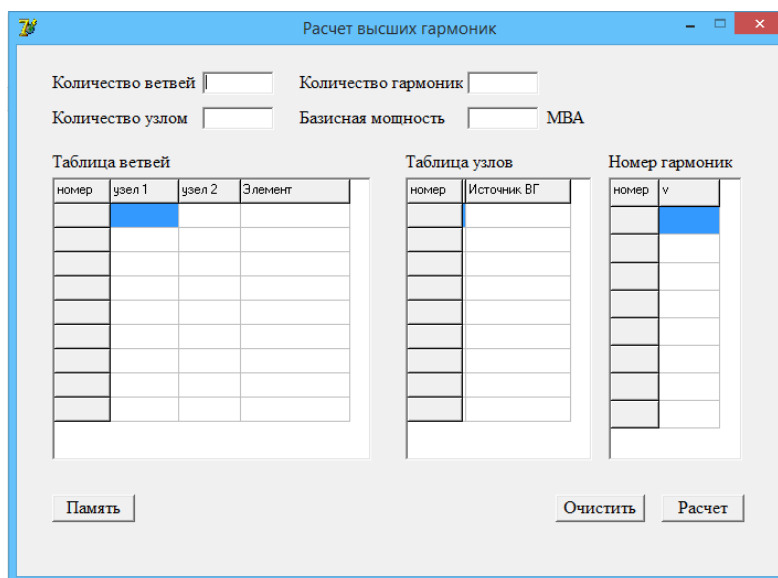


Рис. 1. Главное окно программы

Исходные данные для расчета высших гармоник: схема замещения системы электроснабжения предприятия; сведения о параметрах элементов системы электроснабжения; сведения о режимах работы и параметрах источников высших гармоник.

Расчет производится для канонических гармоник ($\nu = 5; 7; 11; 13; \dots$). Если в системе электроснабжения имеются преобразователи только с 6-пульсной схемой выпрямления, то производится расчет для восьми гармоник ($\nu = 5; 7; 11; 13; 17; 19; 21; 25$). При наличии только преобразователей с 12-пульсной схемой выпрямления расчет производится для четырех гармоник ($\nu = 11; 13; 23; 25$).

Алгоритм расчета программы основан на методе узловых потенциалов [2], который реализуется следующим образом:

1. Для существующей системы электроснабжения промышленного предприятия составляется схема замещения для расчета токов высших гармоник. Схема замещения составляется на одну фазу и имеет нейтраль, к которой присоединяются нулевые точки схем замещения генераторов, обобщенных нагрузок, двигателей, батарей конденсаторов и емкостных проводимостей кабельных и воздушных линий большой протяженности (рис. 2).

Вентильные преобразователи и другие источники гармоник замещают источниками токов высших гармоник бесконечной мощности. Если к одной секции (системе шин) подключено несколько источников высших гармоник, то производится их эквивалентирование.

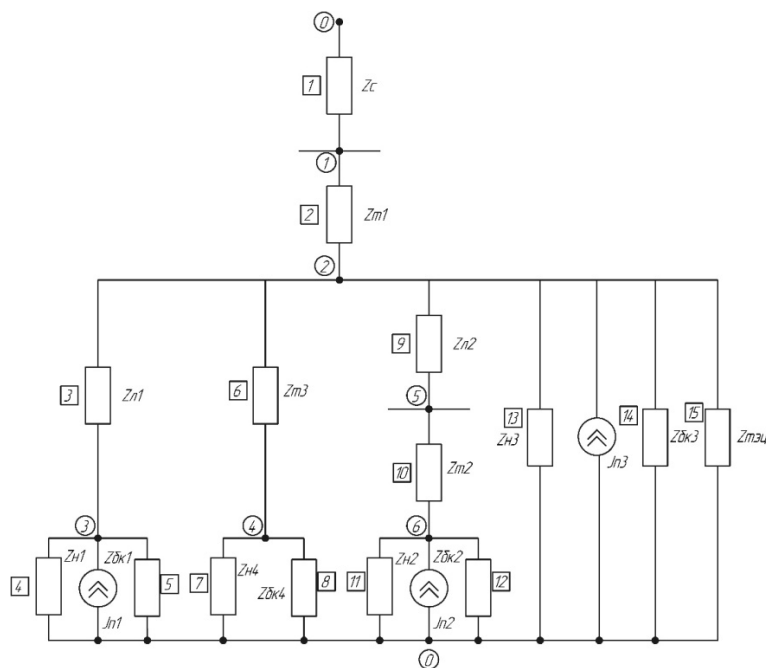


Рис. 2. Схема замещения системы электроснабжения предприятия

2. Производится расчет параметров схем замещения элементов систем электроснабжения для каждой гармоники. Количество гармоник, для которых рассчитываются параметры схем замещения, определяется в соответствии с исходными данными о типе источника высших гармоник.

3. Определяется спектральный состав токов источников высших гармонических составляющих.

4. По заданной информации (парам узлов и сопротивлений для каждой ветви схемы замещения сети) формируется матрица проводимостей узлов $[Y]$ и комплексная столбцовая матрица эквивалентных узловых токов источников высших гармоник $[J_{\nu n}]$.

Диагональный элемент Y_{ij} равен сумме проводимостей тех ветвей, которые инцидентны узлу схемы. Недиагональный элемент Y_{ij} равен проводимости ветви, соединяющей узлы i и j схемы, взятой с противоположным знаком.

5. Решается система узловых уравнений в матричной форме для ν -х гармоник:

$$|Y_{ij}| \cdot |\varphi_{\nu i}| = |I_{\nu i}|. \quad (1)$$

6. Определяется эквивалентное значение напряжения ν -й гармоники в i -м узле схемы:

$$U_{\nu i} = \sqrt{|\varphi_{\nu i}|^2}. \quad (2)$$

7. По результатам расчета эквивалентных значений гармоник напряжения в узлах определяются коэффициенты несинусоидальности напряжения.

8. Рассчитывается действующее значение токов ν -й гармоники в ветвях схемы замещения:

$$I_{\nu i} = \frac{\sqrt{|\varphi_{\nu i} - \varphi_{\nu j}|^2}}{Z_{\nu i}}. \quad (3)$$

9. Определяется эквивалентное значение токов высших гармоник в ветвях схемы замещения:

$$I_{\Sigma i} = \sqrt{\sum_{\nu=1}^n I_{\nu i}^2}. \quad (4)$$

Результаты расчета программы «Sigma» приведены на рис. 3.

Напряжение в узлах схемы							Коэффициент Кнс	
№ узла	узел 1	узел 2	узел 3	узел 4	узел 5	узел 6	№	Кнс
5	0,000	0,000	0,007	0,007	0,001	0,032	узел 1	0,14
7	0,000	0,000	0,008	0,008	0,000	0,015	узел 2	0,64
11	0,000	0,001	0,019	0,020	0,002	0,002	узел 3	5,63
13	0,001	0,003	0,051	0,066	0,012	0,002	узел 4	7,69
17	0,000	0,001	0,007	0,013	0,004	0,001	узел 5	2,20
19	0,000	0,001	0,004	0,011	0,004	0,001	узел 6	3,55
23	0,001	0,005	0,005	0,026	0,016	0,001		
25	0,000	0,002	0,003	0,009	0,007	0,000		
Узкв	0,001	0,006	0,056	0,077	0,022	0,035		

Токи в ветвях схемы							
№ ветви	ветвь 1	ветвь 2	ветвь 3	ветвь 4	ветвь 5	ветвь 6	ветвь 7
5	0,000	0,000	0,035	0,000	0,005	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,030	0,000	0,008	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,043	0,000	0,031	0,000	0,000
13	0,001	0,002	0,097	0,001	0,099	0,001	0,000
17	0,000	0,000	0,013	0,000	0,018	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,008	0,000	0,012	0,000	0,000
23	0,001	0,001	0,011	0,000	0,017	0,000	0,000
25	0,000	0,001	0,005	0,000	0,011	0,000	0,000
Узкв	0,001	0,002	0,117	0,001	0,108	0,001	0,000

Рис. 3. Результаты расчета программы «Sigma»

Программа выводит полученные результаты расчета высших гармоник в относительных единицах в виде таблиц: таблицы действующих значений напряжения каждой гармонической составляющей в узлах схемы, а также их эквивалентное значение; таблицы коэффициентов несинусоидальности кривой напряжения в узлах схемы; таблицы действующих значений тока каждой гармонической составляющей в ветвях схемы, а также их эквивалентное значение.

Литература

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
2. Гераскин, О. Т. Применение вычислительной техники для расчета высших гармоник в электрических сетях / О. Т. Гераскин, В. В. Черепанов. – М. : ВИПКэнерго, 1987. – 53 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРЕХФАЗНОГО ИНВЕРТОРА И СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

А. В. Дробов

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

Научный руководитель В. Н. Галушко

Быстрое развитие силовой электроники позволило применять асинхронные электродвигатели (АД) не только в традиционных решениях с фиксированной скоростью вращения, но и с успехом использовать их в системах регулирования скорости. В таких системах двигатель должен управляться от статического преобразователя частоты, а не от линии электропередачи.

Работа АД при отклонении напряжения. При изменении напряжения изменяется механическая характеристика АД – зависимость его вращающего момента M от частоты вращения. С достаточной точностью можно считать, что вращающий момент двигателя пропорционален квадрату напряжения на его выводах. При снижении напряжения уменьшается вращающий момент и частота вращения ротора двигателя, так как увеличивается его скольжение. Снижение частоты вращения зависит также от закона изменения момента сопротивления M_c и от загрузки двигателя. Зависимость частоты вращения ротора двигателя от напряжения можно выразить по формуле

$$n_1 = n_0 \left(1 - k_3 \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{U^2} s_{\text{НОМ}} \right), \quad (1)$$

где n_0 – синхронная частота вращения; k_3 – коэффициент загрузки двигателя; $s_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение скольжения.

Из формулы (1) видно, что при малых нагрузках двигателя частота вращения ротора будет больше номинальной частоты вращения (при номинальной нагрузке двигателя). В таких случаях понижения напряжения не приводят к уменьшению производительности технологического оборудования, так как снижения частоты вращения двигателей ниже номинальной не происходит.

Для двигателей, работающих с полной нагрузкой, понижение напряжения приводит к уменьшению частоты вращения. Если производительность механизмов зависит от частоты вращения двигателя, то на выводах таких двигателей рекомендуется

поддерживать напряжение не ниже номинального. При значительном снижении напряжения момент сопротивления механизма может превысить вращающий момент, что приводит к «опрокидыванию» двигателя, т. е. к его остановке. Во избежание повреждений двигатель необходимо отключить от сети [1].

Если двигатель длительно работает при пониженном напряжении, то из-за ускоренного износа изоляции срок службы двигателя уменьшается [2]. Приблизительно срок службы изоляции T можно определить по формуле

$$T = \frac{T_{\text{ном}}}{R}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ном}}$ – срок службы изоляции двигателя при номинальном напряжении и номинальной нагрузке; R – коэффициент, зависящий от значения и знака отклонения напряжения, а также от коэффициента загрузки двигателя и равный:

$$R = (\beta_1 \delta U^2 - \beta_2 \delta U + 1). \quad (3)$$

Поэтому с точки зрения нагрева двигателя более опасны в рассматриваемых пределах отрицательные отклонения напряжения.

Для анализа различных показателей работы электрооборудования с ним были проведены приборные исследования. Ниже представлены некоторые результаты.

В процессе исследований изучалось влияние частоты, напряжения и температуры на электропотребление и рабочие характеристики АД.

В качестве выходных значений регистрировались следующие: напряжение, ток, частота сети, активная и полная мощность, КПД трехфазного инвертора; напряжение, частота, момент на валу, линейные токи, $\cos\phi$, частота вращения, подводимая активная и полезная мощности на валу, КПД АД.

В качестве объекта исследования были использованы АД номинальной мощностью 60, 1100, 1700 Вт.

I. Сравнение характеристик АД при изменении напряжения и частоты с помощью трехфазного инвертора и синхронного генератора (СГ).

С помощью однофакторного дисперсионного анализа в программном продукте Microsoft Excel, StatGraphics и Statistica изучалось влияние трехфазного инвертора на электропотребление и рабочие характеристики АД. С интервалом 10 В изменяли напряжение на выходе трехфазного инвертора, а затем синхронного генератора, регистрируя выходные данные при фиксированных нагрузках на валу.

Для инвертора и синхронного генератора различие между средними линейными токами обмотки статора и частотой вращения ротора статистически значимо (на уровне, соответственно $p = 0,00667$ и $0,216$, т. е. меньше, чем критическое значение $0,05$), что обусловлено влиянием формы кривой напряжения. То есть от СГ при тех же нагрузках протекал меньший ток в статорной обмотке по сравнению с инвертором.

КПД АД значимо выше для пониженных напряжений, создаваемых СГ, по сравнению с трехфазным инвертором.

На основании изменения входных и регистрации выходных параметров выдвигаем различные гипотезы о виде регрессионной зависимости между переменными с целью подбора уравнения регрессии. Приведем некоторые результаты одиночной и множественной регрессии, установленных в ходе проведенных исследований:

– КПД АД и КПД трехфазного инвертора существенно не изменяется с ростом напряжения при фиксированных нагрузках на валу;

- изменение частоты в диапазоне от 45 до 52 Гц при фиксированных нагрузках на валу значимо влияет на КПД АД ($\eta = -0,002f^3 + 0,330f^2 - 16,11f + 262,4$; $RI = 1$), создавая локальный минимум на частоте 47 Гц, и максимум при 51 Гц;
- также наблюдается влияние частоты на выходе инвертора на его КПД:

$$\eta = -0,005f^3 + 0,778f^2 - 38,77f + 643,6; RI = 1; \quad (4)$$

– исключение слагаемых (пошаговый регрессионный анализ в программе Statgraphics) незначимо ухудшило предсказательные возможности уравнения регрессии (коэффициент детерминации уменьшился). При этом значение приведенного коэффициента детерминации увеличилось.

Дальнейшие попытки добавления в уравнение еще не включенных слагаемых незначимо улучшают модель; а попытки удаления уже включенных в модель слагаемых значимо ее ухудшают, поэтому процедура пошагового регрессионного анализа была прекращена.

II. Анализ результатов для изменения напряжения и частоты с помощью синхронного генератора:

- уменьшение напряжения практически линейно ($RI > 0,85$) уменьшало частоту вращения ротора, снижение тока статорной обмотки лучше всего описывалось экспоненциальной зависимостью (например, для АД 1,1 кВт: $I = 1,322e^{0,005U}$ с $RI = 0,895$);
- изменение частоты значимо влияло на ток статорной обмотки и потребляемую из сети мощность в сторону уменьшения при снижении частоты. Это можно связать с потерями в стали, которые не зависят от его нагрузки АД и пропорциональны частоте в степени, близкой к 1,5 и могут быть определены по формуле

$$ДР_m = k_{уд} \left(\frac{B_{m \text{ дейст}}}{B_{m \text{ табл}}} \right)^2 \left(\frac{f_{\text{дейст}}}{f_{\text{табл}}} \right)^{1,5}, \quad (5)$$

где $k_{уд}$ – удельные потери для данной марки стали при заданных табличных значениях индукции и частоты, величина $k_{уд}$ указывается в справочниках; $B_{m \text{ табл}}$ – действительное амплитудное значение индукции в трансформаторе; m – масса стали сердечника.

III. Анализ результатов для изменения напряжения и частоты с помощью трехфазного инвертора:

- выполненный множественный корреляционный и регрессионный анализ в программном продукте Statistica для зависимости тока холостого хода от линейного напряжения и частоты.

Информационная часть окна указывает на следующие параметры анализа:

- коэффициент множественной корреляции $R = 0,99726$;
- коэффициент детерминации, показывающий долю общего разброса (относительно выборочного среднего зависимой переменной), которая объясняется построенной регрессией $R^2 = 0,9945$;

IV. При изменении нагрузки двигателя происходит изменение как тока I_1 и мощности P_1 , так и частоты вращения ротора n_2 , скольжения s , КПД η и $\cos \varphi_1$. Зависимости n_2 , s , M_2 , I_1 , $\cos \varphi_1$, η и P_1 от P_2 при $U_1 = \text{const}$ и $f_1 = \text{const}$ называются рабочими характеристиками асинхронного двигателя. Их примерный вид (имелись отличия для различных мощностей) для значимо изменяющихся рабочих характери-

стик по сравнению с естественными [2] (сплошные линии) для АД представлен на рис. 2, *a* (пунктиром) – тенденция к их изменению при уменьшении напряжения с помощью инвертора; *b* (точками) – с помощью СГ относительно малой мощности; *в* – указаны при уменьшении частоты инвертором.

Анализ полученных результатов позволяет выдвинуть следующие выводы:

– асинхронный электродвигатель, питаемый ШИМ напряжением, имеет более низкую эффективность, чем при питании синусоидальным напряжением, в связи с увеличением потерь, вызванных гармониками;

– при работе АД от частотных преобразователей должна оцениваться эффективность системы в целом, а не только электродвигателя;

– каждый случай должен быть должным образом проанализирован с учетом характеристик, как двигателя, так и преобразователя, учитывая следующие параметры: рабочая частота, частота переключения, диапазон скоростей, нагрузка и мощность двигателя, суммарный коэффициент гармонических искажений и т. д.;

– увеличение частоты коммутации увеличивает КПД двигателя и снижает КПД инвертора (из-за увеличения потерь на переключениях силовых ключей).

СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,38 КВ ПРИБОРОМ МИЦ-1

Г. В. Дронченко

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

Научный руководитель О. Г. Широков

На сегодняшний день требования к контролю качества электрической энергии подразумевают, в первую очередь, контроль параметров напряжения, в соответствии со стандартом ГОСТ 32144–2013, включая сбор статистики и выдачу отчетов, что должно обеспечиваться любым анализатором качества электроэнергии.

Определение показателей качества электрической энергии – задача сложная. Это оттого, что большинство процессов, протекающих в электрических сетях – быстroteкущие, все нормируемые показатели качества электрической энергии не могут быть измерены напрямую – их необходимо рассчитывать, а окончательное заключение можно дать только по статистически обработанным результатам. Поэтому для определения показателей качества электрической энергии необходимо выполнить большой объем измерений с высокой скоростью и одновременной математической и статистической обработкой измеренных значений.

МИЦ-1 – это анализатор, который представляет собой высокочувствительный прибор, построенный на основе современных цифровых технологий. Прибор устанавливается на энергообъектах и предназначен для измерения характеристик напряжения и тока, включая основные показатели качества электрической энергии, а также мощности и энергии в однофазных и трехфазных сетях переменного тока.

Помимо измерений к возможностям прибора можно отнести:

- Подключается к однофазным двухпроводным, трехфазным четырехпроводным, трехфазным трехпроводным электрическим сетям.

- Задание до 250 уставок на любые измеряемые параметры и дискретные входы телесигнализации.

- Возможность передачи всех данных по интерфейсам RS-232 и RS-485 во внешнюю среду.

В процессе разработки стенда была создана математическая модель (рис. 1). Для моделирования был выбран пакет математических программ Matlab (Simulink), который реализует принцип визуального программирования: пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты.

Для использования Simulink не нужно досконально изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере, и знаний предметной области, в которой он работает.

Полученная математическая модель позволяет моделировать величину и характер электрического прибора, подключенного к стенду, и производить расчеты, связанные с определением параметров заданной электрической сети.

На схеме математической модели (рис. 1) представлены:

- Электрическая трехфазная четырехпроводная цепь.
- Измерительные преобразовательные элементы (преобразователи токов и напряжения).

- Преобразователь сигнала, в котором происходят все математические расчеты.

- Блоки, отображающие значения параметров моделируемой электрической цепи.

Для примера было смоделировано подключение к трехфазной четырехпроводной цепи светодиодного светового прибора СДП-27-Ш.

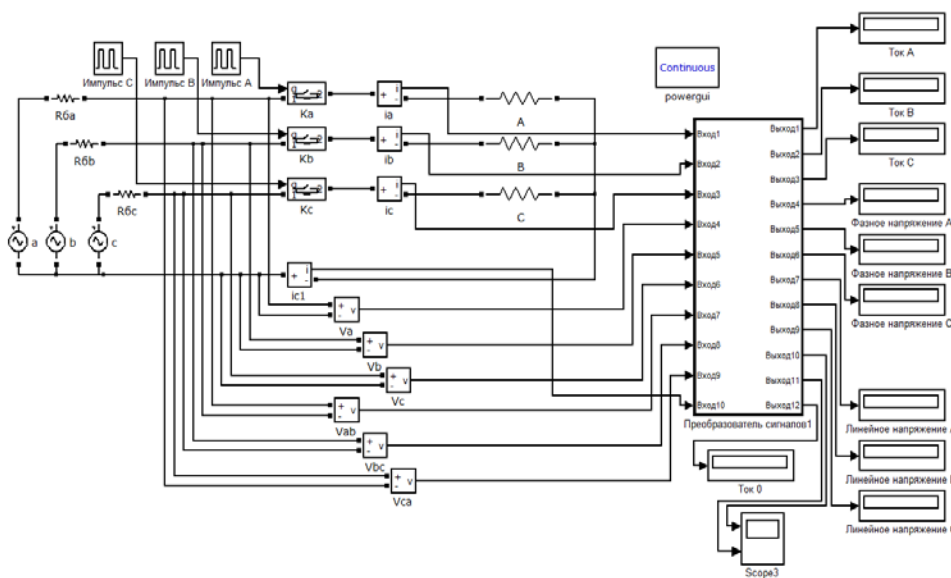


Рис. 1. Схема математической модели

Моделью были построены кривые напряжения и тока питающей сети (рис. 2).

На кривой напряжения наблюдается несинусоидальность, которая указывает на наличие гармоник.

Полученную кривую напряжения модель раскладывает на гармонические составляющие с помощью тригонометрического ряда Фурье. Разложение производится вплоть до 40-й гармонической составляющей включительно. Так как рассматриваемая кривая является периодической и симметричной относительно оси абсцисс, но в ней должны содержаться только нечетные гармонические составляющие.

После разложения все гармонические составляющие отображаются на одном графике (рис. 3).

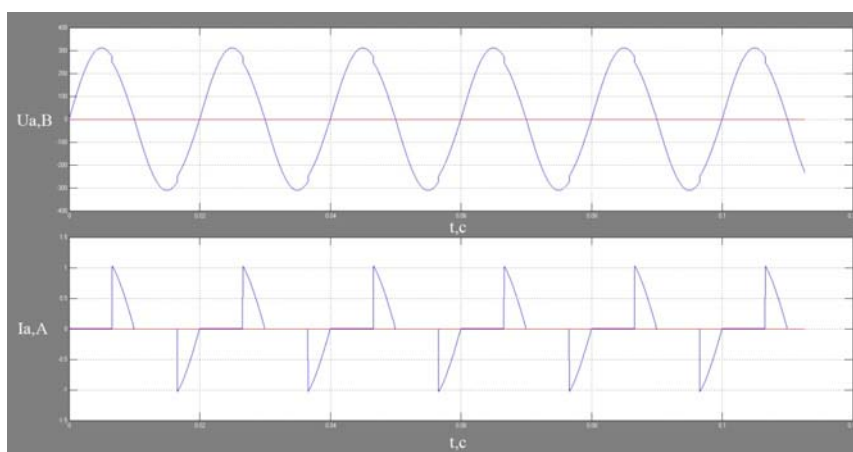


Рис. 2. Графики кривых напряжения и тока на фазе А

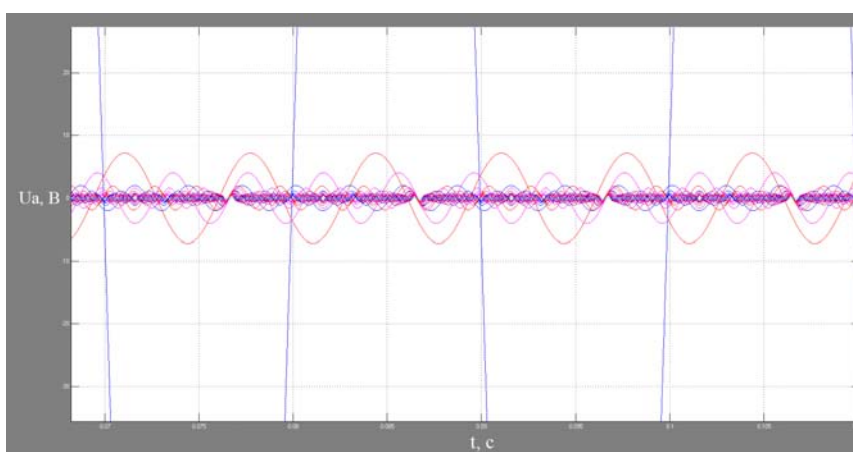


Рис. 3. Гармонические составляющие кривой напряжения на фазе А

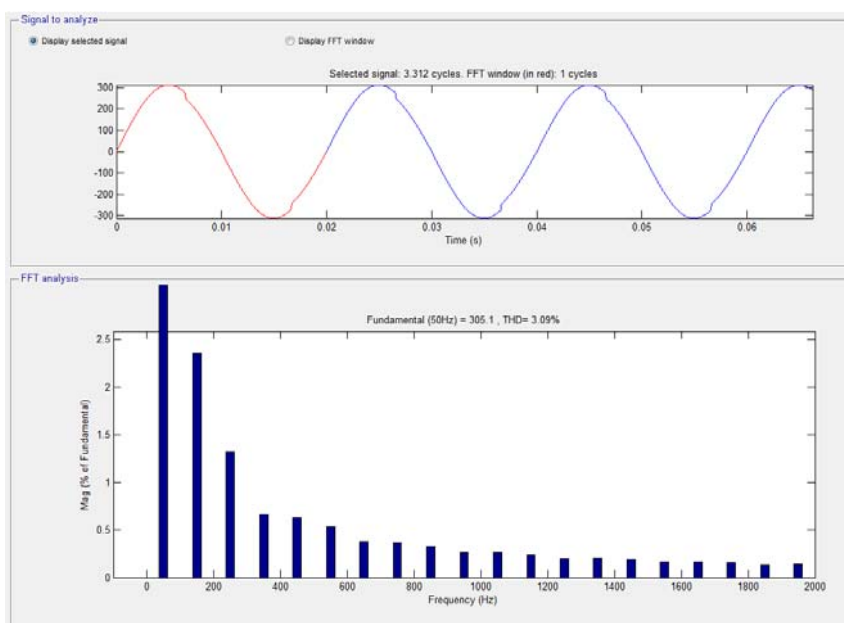


Рис. 4. Спектр гармонических составляющих кривой напряжения на фазе А

Проведя дополнительно спектральный анализ кривой напряжения (рис. 4), можем видеть, что рассматриваемая кривая содержит в себе лишь нечетные гармонические составляющие.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

А. Л. Евминов

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

Научный руководитель Т. В. Алферова

Срок эксплуатации, или ресурс электрооборудования, закладывается во время проектирования и изготовления, а поддерживается в процессе эксплуатации. Ресурс в процессе эксплуатации зависит от режимов работы и системы технического обслуживания и ремонта. Для обеспечения заданного ресурса необходимо, во-первых, проводить ремонт по фактическому состоянию только на основании результатов комплексного технического диагностирования, а во-вторых, обеспечить высокое качество ремонта на основе современных технологий [1].

Для обеспечения надежной работы силовых кабельных линий (КЛ) в настоящее время применяется система планово-профилактических испытаний, при которой кабели периодически подвергаются испытаниям постоянным напряжением достаточно высокого уровня (в 4–6 раз превышающем номинальное напряжение КЛ) с измерением токов утечки.

Планово-профилактические испытания повышенным постоянным напряжением не гарантируют безаварийную последующую работу КЛ, а во многих случаях приводят к сокращению срока их службы. Такие испытания опасны для КЛ с длительными сроками эксплуатации или с сильно состаренной изоляцией. Кроме того, испытания повышенным постоянным напряжением силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ-кабели), которые находят все более широкое применение, не только практически бесполезны, так как сшитый полиэтилен обладает высокой электрической прочностью и малыми токами утечки, но и оказывают негативное воздействие на полиэтиленовую изоляцию.

Для силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена гораздо более эффективным и экономичным является щадящий метод испытаний напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц, которое не превышает более чем в три раза номинальное напряжение КЛ.

Испытания при очень низких частотах со сменой полярности позволяют выявлять дефекты в изоляции без формирования объемных зарядов в структуре полиэтиленовой изоляции.

В настоящее время на основе применения современных технологий созданы достаточно компактные системы и приборы для неразрушающей диагностики силовых КЛ, которые могут использоваться как отдельные переносные системы либо быть встроены в передвижные кабельные лаборатории.

Выделяются следующие неразрушающие методы диагностики силовых КЛ напряжением до 35 кВ:

– метод измерения и локализации частичных разрядов в силовых КЛ (с использованием диагностической системы OWTS);

- метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции силовых кабелей (с использованием диагностических систем CD 31 и CDS);
- метод измерения тока релаксации в изоляции СПЭ-кабелей (с использованием диагностических систем KDA-1 и CDS);
- метод измерения диэлектрических характеристик изоляции кабелей (с использованием диагностических систем OWTS, IDA 200 и др.);
- метод импульсной рефлектометрии для предварительной локализации низкоомных повреждений в силовых КЛ (с использованием рефлектометров Teleflex, Interflex, РЕЙС-105М1 и др.);
- импульсно-дуговой метод для предварительной локализации высокоомных повреждений в КЛ (с использованием рефлектометров и устройств стабилизации дуги);
- метод контроля целостности оболочки силовых кабелей и определения мест неисправности в оболочках (с использованием приборов MFM 5-1, MVG 5 и др.).

Силовые трансформаторы являются важнейшим элементом любой энергосистемы. В генерации, распределении электроэнергии, в промышленности ключевым элементом всей системы является исправно работающее трансформаторное оборудование. Для обеспечения надежной работы трансформаторов в течение всего срока службы и оценки их состояния применяется полный комплекс нормативных методов диагностики в сочетании с наиболее перспективными современными методиками. При этом используются стандартные методы: анализ состава масла (ХАРГ, ФХА, содержание фурановых производных); измерение сопротивления изоляции; определение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости изоляции; измерение сопротивления обмоток постоянному току; определение коэффициента трансформации; определение потерь холостого хода; определение сопротивления короткого замыкания; тепловизионный контроль, а также специальные методы: измерение частотной зависимости $\tan\delta$ для определения содержания влаги в твердой изоляции (метод FDS); частотный анализ (метод FRA); вибродиагностика; измерение характеристик частичных разрядов (ЧР).

Применение новых методов диагностики с целью выявления дефектов и повреждений, оценка функциональной исправности оборудования, определение возможности продления срока эксплуатации трансформаторов является неотъемлемой частью постоянного совершенствования методик, оценки технического состояния и повышения их эффективности.

Важную роль при внедрении новых методов диагностики играет комплексный системный подход оценки состояния силовых трансформаторов (табл. 1), базирующийся на результатах различных измерений и учете конструктивных особенностей диагностируемых объектов, что позволяет повышать достоверность полученных результатов.

Перспективным направлением технического диагностирования электрооборудования (высоковольтные выключатели, силовые трансформаторы, кабели) является рентгенографическое обследование, используя которое можно заглянуть внутрь оборудования без его разборки. По аналогии с ручной инспекцией оборудование должно быть выведено из эксплуатации, обесточено и заземлено. Однако последующие шаги и общее время отключения заменяются более простой и не требующей вмешательства в само оборудование установкой рентгеновского оборудования. Достижимая экономия времени означает, что оборудование будет находиться в отключенном состоянии не несколько дней, а всего несколько часов. Например, на проверку выключателей на напряжение 35–110 кВ обычным методом требуется два дня, а рентгенографическая дефектоскопия позволяет выполнить эту работу за два часа.

Будучи объединенной с операционной диагностикой (точное измерение времени реакции для вывода о степени изношенности контактов), рентгенография представляется недорогим, но весьма эффективным способом получения детальной информации о состоянии оборудования для прогнозирования операционных циклов до требуемого вмешательства. Необходимо отметить, что, помимо проблем, связанных с износом, рентгенография также может выявлять и производственные дефекты.

Таблица 1

**Оценка состояния силовых трансформаторов
на основе комплексного системного подхода**

Дефекты \ Методы	Стандартные									Специальные			
	ХАРГ	ФХА	Фурановые	Диэлектрические характеристики	Сопротивление обмоток постоянному току	Коэффициент трансформации	Потери ХХ	Измерение $Z_{кз}$	Тепловой контроль	Характеристики ЧР	FDS	FRA	Вибродиагностика
Дефекты главной и продольной изоляции, обусловленные ухудшением ее свойств и разрядными процессами	+	+	+	+			+			+	+		
Дефекты обмоток, обусловленные нарушением контактов, ослаблением усилий прессовки, деформацией	+				+	+		+				+	+
Дефекты магнитной системы	+						+		+			+	+
Дефекты вводов	+	+		+	+				+	+	+		
Дефекты переключающих устройств	+	+		+	+	+			+			+	
Дефекты системы охлаждения	+	+							+				+
Дефекты системы защиты масла	+	+											

Литература

1. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования / Н. В. Грунтович. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2013. – 271 с.

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

С. А. Жеранов

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

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Задачей проектирования осветительных установок является обеспечение с наименьшими затратами и в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами требуемой освещенности помещений. Существует определенная последовательность действий при расчете электрического освещения. При проектировании условно выделяют светотехническую и электрическую части проекта. Расчеты, как правило, сопровождаются применением большого числа формул и перебором вариантов с целью нахождения оптимального. Использование информационных технологий для автоматизации вычислений позволяет не только ускорить процесс проектирования, но и исключить ошибки, обусловленные человеческим фактором.

В зависимости от реализуемых функций программные продукты в области автоматизации проектирования осветительных установок можно разделить на две группы: позволяющие выполнить светотехнические расчеты и позволяющие выполнить электрические расчеты.

В условиях профессионального проектирования основным требованием к данным продуктам является соответствие полученных с их помощью результатов действующим нормативным правовым актам. Проектирование электрического освещения в Республике Беларусь регламентируется следующими основными документами: ПУЭ, ТКП 45-2.04-153–2009, ТКП 45-4.04-149–2009, ТКП 45-4.04-296–2014 и ГОСТами.

Особенность светотехнического расчета заключается в следующем: если для расчета освещения предусматриваются лампы накаливания или газоразрядные лампы высокого давления, то число и месторасположение светильников намечают до расчета освещения, а в процессе расчета определяют необходимую мощность источников света.

При использовании люминесцентных ламп сначала намечают число и расположение рядов светильников, а затем определяют число и мощность ламп, установленных в каждом ряду [1].

Существующее огромное разнообразие программ для выполнения светотехнических расчетов (от расчета освещенности на горизонтальной поверхности прямоугольного помещения в двумерном пространстве до помещений различной конфигурации с учетом интерьеров в трехмерном пространстве) имеет ряд недостатков, связанных с соответствием результатов расчета указанным выше документам. Это обусловлено тем, что большинство программ разработано за рубежом. Отсутствие отечественных разработок создает определенные трудности при проектировании. Особенно это актуально в части расположения светильников при общем равномерном освещении.

Программные продукты DIALux являются разработкой немецких инженеров и считаются самыми совершенными в своей области. Для данных программ создано большое разнообразие каталогов осветительных приборов. Программа DIALux Light, одна из представителей этой линейки, является наиболее удобной с точки зрения

проектирования. Она позволяет не только рассчитать освещенность помещений, но и автоматически выполнить расстановку светильников.

Однако у данной программы имеются недостатки, связанные с расстановкой светильников. Например, в соответствии с [2] при общем равномерном освещении промышленных зданий распределение освещенности по освещаемой поверхности определяется типом кривой силы света и отношением расстояния между соседними светильниками или рядами к высоте их установки. Для каждой кривой силы света существует наивыгоднейшее значение данного отношения, обеспечивающее наибольшую равномерность распределения освещенности и максимальную энергетическую эффективность [1]. В DIALux Light данное требование не учтено, что ставит под сомнение возможность ее использования в проектировании.

Но наибольшие проблемы возникают при расчете электрической осветительной сети. Данные расчеты выполняются в следующей последовательности:

- 1) осуществляется выбор схемы питания осветительной установки, расстановка щитков освещения, намечаются их типы;
- 2) определяется нагрузка на каждую групповую линию. Рассчитывается нагрузка участков распределительной и питающей сети;
- 3) производятся расчеты с целью выбора сечения проводников по минимальному расходу материала. Рассчитывается допустимая потеря напряжения, которая не должна превышать допустимых значений;
- 4) выбираются аппараты защиты. Проверяются селективность их срабатывания.

Отличительной особенностью данных расчетов является их строгая последовательность и зависимость результатов последующего расчета от предыдущего. В условиях динамики проектирования осветительных установок данная особенность является ключевой. С целью сокращения трудоемкости работ целесообразно использовать программы, которые позволили бы выполнять автоматические пересчеты.

В настоящее время отсутствуют программы, с помощью которых можно выполнить комплексный электрический расчет осветительной сети. Существующие программы позволяют выполнить расчет только какого-то определенного параметра.

Например, в открытом доступе в интернете широкое распространение получила условно-бесплатная программа ROC 1.5. Из описания программы следует, что она обладает большим функционалом возможностей по расчету осветительных сетей.

Тестирование программы позволило сделать вывод о непригодности ее использования при проектировании осветительных установок, так как она обладает рядом недостатков:

1. Невозможность изменения конфигурации осветительной сети.

Осветительные сети многоэтажных общественных зданий выполнены по стояковой схеме и отличаются развитой распределительной сетью. Следовательно, для устранения данного недостатка следует разработать алгоритм с набором визуальных компонентов, который бы позволил пользователю самостоятельно составлять конфигурацию сети.

2. Неучет потерь мощности в пускорегулирующей аппаратуре (ПРА).

Установленная мощность освещения определяется по формуле

$$P_{\text{уст}} = K_{\text{П.Р.А}} P_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{П.Р.А}}$ – коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре;
 $P_{\text{н}}$ – номинальная мощность источника света.

3. Недочеты, связанные с выбором сечения проводника, защитных аппаратов, обеспечением селективности их срабатывания и др.

В зависимости от функционального назначения здания в соответствии с [2] и [3] для отстройки аппаратов защиты от пусковых токов источника света должны обеспечиваться отношения тока аппаратов защиты I_3 и расчетного тока I_p защищенных линий.

$$I_3 = K_{\text{отс}} I_p, \quad (2)$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки.

При расчете потерь напряжения в осветительных сетях необходимо руководствоваться требованиями ПУЭ, при этом снижение напряжения у наиболее удаленных ламп внутреннего рабочего освещения: для промышленных предприятий – 2,5 % номинального напряжения ламп [2], для общественных зданий – 5 % [3].

В расчетах следует также учитывать переносное освещение, запитанное от ящиков с понижающими трансформаторами. Неучет данного освещения в общественных зданиях с большим количеством технических помещений может приводить к существенным погрешностям вычислений, а следовательно, неправильному выбору электротехнических изделий осветительной сети.

Работа программы должна сопровождаться всплывающими подсказками, либо пояснениями, на основании какого пункта нормативного документа выполняется расчет. Указанное мероприятие позволит значительно упростить работу начинающему специалисту, систематизировать и обобщить полученные знания.

Конечным результатом любого строительного проекта является спецификация оборудования, изделий и материалов, которая в последующем служит для составления сметной документации на объект проектирования. Следовательно, все электротехнические изделия, полученные по результатам расчета осветительной сети, должны быть занесены в файл MS Excel.

Требования, позволяющие исключить указанные недостатки:



Рис. 1. Основные требования, предъявляемые к разработке программы

Таким образом, указанные выше недостатки являются обоснованием для разработки нового программного продукта, который бы позволил выполнять электрический расчет осветительной сети в соответствии с требованиями действующих технических нормативных правовых актов. Разрабатываемая программа позволит повысить производительность труда инженера-проектировщика при одновременном соблюдении правил проектирования, регламентированных нормативными документами.

Литература

1. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : учебник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2011. – 543 с.
2. Силовое и осветительное электрооборудование промышленных предприятий. Правила проектирования : ТКП 45-4.04-296–2014. – Минск, 2014. – 51 с.
3. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования : ТКП 45-4.04-149–2009. – Минск, 2009. – 63 с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА (СНИЖЕНИЯ)
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЕЙ
ПРИ ПИТАНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ НАГРУЗОК**

А. В. Засименко

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

Научный руководитель Т. В. Алферова

Несинусоидальность напряжений и токов оказывает негативное влияние на работу электрооборудования, сокращая срок его службы, приводит к увеличению потерь напряжения и мощности в сети, уменьшению ее пропускной способности.

Разработанная методика определения эксплуатационных характеристик кабелей до 1 кВ при питании нелинейных нагрузок представлена в табл. 1.

Для автоматизации расчетов этих характеристик разработана программа «Hz-cable» на языке Delphi.

Таблица 1

Описание математической модели программы «Hz-cable»

Алгоритм расчета	Математическое выражение	Пояснения
1. Активное сопротивление токопроводящей жилы по теореме Умова–Поинтинга	$R_{\text{ж}} = \frac{\sqrt{\omega\gamma\mu}b_0}{2\pi\gamma r b_1} \times \cos\left(\beta_0 - \beta_1 - \frac{\pi}{4}\right)$	<p>ω – угловая частота электрического тока, с^{-1};</p> <p>b_0 – модуль функции Бесселя нулевого порядка первого рода;</p> <p>b_1 – модуль функции Бесселя первого порядка первого рода;</p> <p>β_0 – аргумент функции Бесселя нулевого порядка первого рода;</p> <p>β_1 – аргумент функции Бесселя первого порядка первого рода;</p> <p>γ – удельная проводимость токопроводящей жилы (для алюминиевой жилы $\gamma = 37 \cdot 10^6 \text{ См/м}$);</p> <p>$\mu$ – магнитная проницаемость (для алюминиевой жилы $\mu = 1,256629 \cdot 10^{-6}$)</p>

Окончание табл. 1

Алгоритм расчета	Математическое выражение	Пояснения
2. Потери мощности в фазных жилах	$P_{\Sigma}^{\text{фазн}} = I_1^2 R_1 + \sum_{n=2}^{40} I_n^2 R_n$	I_1, I_n – токи основной частоты и высшей гармоники, А; R_1 и R_n – активное сопротивление на основной частоте и высших гармониках тока, Ом
3. Потери мощности в нулевом проводнике	$P_{\Sigma}^0 = \sum_{n=3,9,\dots}^{21} (3I_n)^2 R_n$	I_n – значение фазного тока, создаваемого гармониками кратными трем
4. Общие потери активной мощности в кабеле	$P_{\text{сум}} = P_{\Sigma}^A + P_{\Sigma}^B + P_{\Sigma}^C + P_{\Sigma}^0$	–
5. Температура нагрева кабеля	$\tau_{\text{ж}} = P_{\text{ж}} T_1 + 3P_{\text{ж}} \times (T_2 + T_3 + T_4) + \tau_{\text{окр.ср}}$	$P_{\text{ж}}$ – потери мощности в жиле кабеля, Вт; T_1 – тепловое сопротивление между жилой и оболочкой кабеля; T_2 – тепловое сопротивление между оболочкой и броней; T_3 – тепловое сопротивление наружного защитного покрытия; T_4 – тепловое сопротивление окружающей среды; $\tau_{\text{окр.ср}}$ – температура окружающей среды, °С T_1, T_2, T_3, T_4 – согласно ГОСТ Р МЭК 60287-2-1–2009)
6. Срок службы кабеля	$V_{\text{ис}} = V_{\text{ном}} e^{-\beta \Delta \tau}$ $\Delta \tau = \theta - \theta_{\text{длит.доп}}$ $\beta = \frac{\ln 2}{\Delta \theta}$	$\Delta \tau$ – дополнительный нагрев изоляции; β – коэффициент старения изоляции (повышение температуры, вызывающее сокращение срока службы изоляции при термическом старении в ldf раза); $\frac{\ln 2}{\Delta \theta}$ для изоляции класса В составляет 10 °С
7. Допустимый ток в кабеле	Метод перебора	–

Для примера приведем расчет эксплуатационных характеристик кабельной линии, проложенной в земле и выполненной кабелем марки АВБШв (4×150), при питании нелинейной нагрузки административного здания с помощью программы «Hz-cable».

Для определения уровней гармоник тока в течение недели были проведены измерения во ВРУ административного здания на питающем кабеле, проложенном от трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ (табл. 2).

Таблица 2

Значения токов высших гармоник в режиме наибольшей нагрузки административного здания

Номер гармоники	Максимальное значение $I(n)$ в спектре тока, %
1	100,0
3	29,3
5	13,9
7	10,2
9	15,2
11	9,5
13	8,2
15	3,9
17	4,6
19	2,2
21	1,4

Примечание. Гармоники тока более высокого порядка не вошли в таблицу, так как их значения не превышают 1,0 %.

При расчете принимаем следующие допущения: в сети протекает максимально допустимый ток основной частоты для выбранного сечения: $I_{\text{доп}} = 305$ А; спектральный состав токов принят одинаковым для всех трех фазных жил; расчет приведен на один погонный метр кабеля.

Геометрические параметры кабеля АВБШв (4×150) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Геометрические параметры кабеля АВБШв (4×150)

Марка кабеля	D_e , мм	t_3 , мм	D_s , мм	D_a , мм	t_2 , мм	d_{ae} , мм	t , мм	d_x , мм	r_1 , мм	ρ_T , К · м/Вт	$\Delta_{\text{поясн.изол.}}$, мм	$\Delta_{\text{брони}}$, мм	ρ_3 , К · м/Вт
АВБШв	47,7	2,4	39,1	42,9	0	40,9	1,6	13,82	14,95	5	0,9	1	1,2

Результаты расчета эксплуатационных характеристик кабеля АВБШв (4×150) представлены на рис. 1.

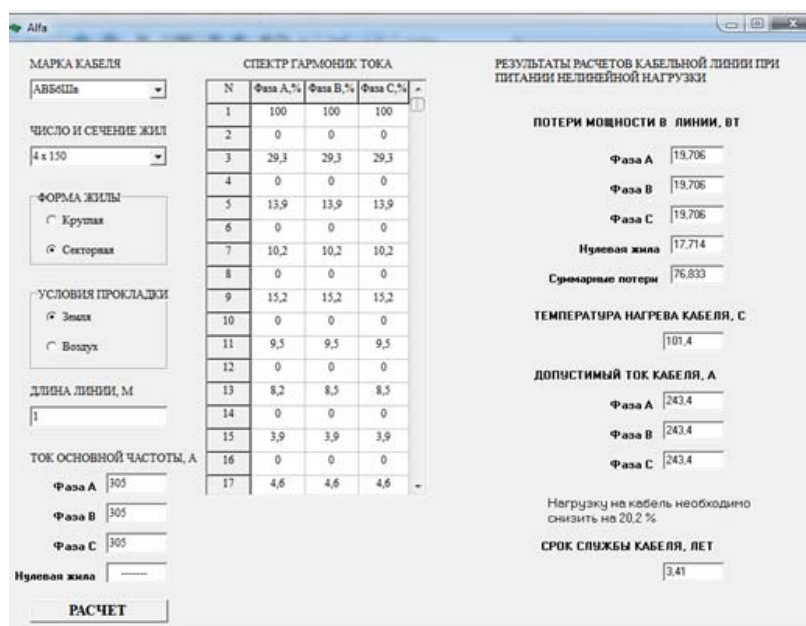


Рис. 1. Результаты расчета эксплуатационных характеристик кабеля

Полученное значение потерь сравнимо с потерями активной мощности в одной фазной жиле. Полученное значение температуры $101,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышает допустимую длительную температуру для кабелей с ПВХ изоляцией напряжением до 1 кВ, равную $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, для снижения температуры нагрева изоляции кабеля при нелинейной нагрузке до допустимого значения $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ необходимо уменьшить токовую нагрузку. При температуре $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ длительно-допустимый ток кабеля АВББШв (4×150) при линейной нагрузке составляет 305 А. При нелинейной нагрузке в 305 А кабель нагревается до температуры $101,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это приводит к значительному сокращению срока службы кабеля (3,41 года). Поэтому при нелинейной нагрузке ток, протекающий по кабелю, не должен превышать 243,4 А.

Учет дополнительного нагрева кабелей, вызванный ухудшением качества электрической энергии, передаваемой по кабельной линии к нелинейной нагрузке, с помощью приведенной методики и программы «Hz-cable», позволит предотвратить преждевременный выход кабеля из строя. Экономический эффект будет равен ущербу от преждевременного выхода из строя кабеля и внезапного отключения потребителя.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

С. С. Зиновьева

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

Научный руководитель К. М. Медведев

Солнечная энергетика является одним из наиболее быстрорастущих секторов мировой энергетики. Годовой объем вырабатываемой электроэнергии солнечными батареями составил 2 % в Европе и 0,5 % в мире [1].

Солнечные панели являются одним из генераторов альтернативных видов энергии, превращающих прямое солнечное электромагнитное излучение в электрическую энергию. Солнечные панели представляют собой сверхтонкие пластины монокристаллического или поликристаллического кремния, нанесенные на панель и образующие полупроводниковое устройство.

На эффективность работы солнечной панели оказывают влияние большое количество внешних и внутренних факторов.

Для исследования электрофизических характеристик солнечных панелей малой мощности была разработана схема и собран макет источника света. Схема источника света представлена на рис. 1, а.

Для моделирования внешней нагрузки солнечной панели разработана схема и собран делитель напряжения. Он позволяет, в зависимости от мощности солнечной панели, меняя мощность резисторов, настраивать необходимые для исследования параметры нагрузки. Схема делителя напряжения представлена на рис. 1, б.

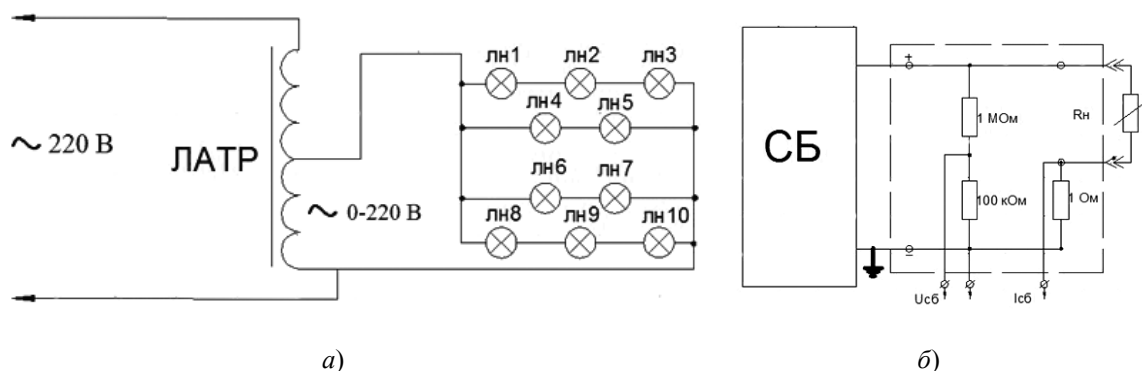


Рис. 1. Основные элементы лабораторной установки:
а – схема источника света; б – схема делителя напряжения

Для исследования электрофизических свойств солнечных панелей небольшой мощности была разработана схема и создан макет лабораторной установки. Такая лабораторная установка позволяет:

- исследовать электрофизические свойства солнечных панелей в зависимости от освещенности;
- исследовать электрофизические свойства солнечных панелей в различных режимах нагрузки;
- исследовать влияние температуры нагрева солнечных панелей на их электрофизические характеристики.

В результате исследований были получены:

- зависимости параметров солнечной панели от освещенности (рис. 2–4);
- вольт-амперные характеристики солнечной панели для различных режимов работы (рис. 5, а);
- вольт-амперные характеристики солнечной панели в зависимости от влияния температуры нагрева (рис. 6, а);
- зависимость мощности солнечной панели от напряжения при различной освещенности (рис. 5, б);
- зависимость мощности солнечной панели от температуры (рис. 6, б).

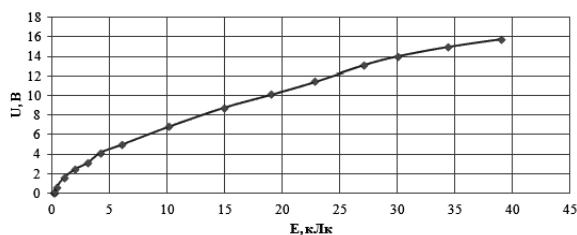


Рис. 2. Зависимость напряжения солнечной панели от освещенности

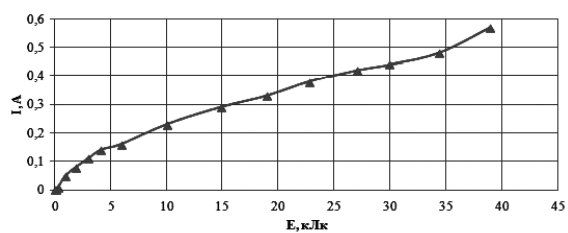


Рис. 3. Зависимость тока солнечной панели от освещенности

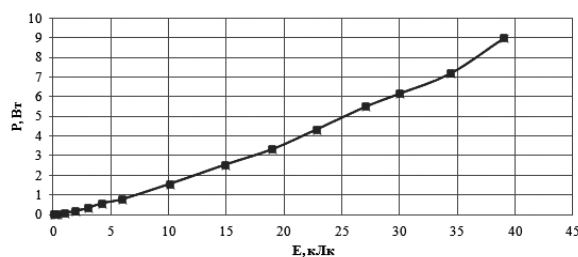
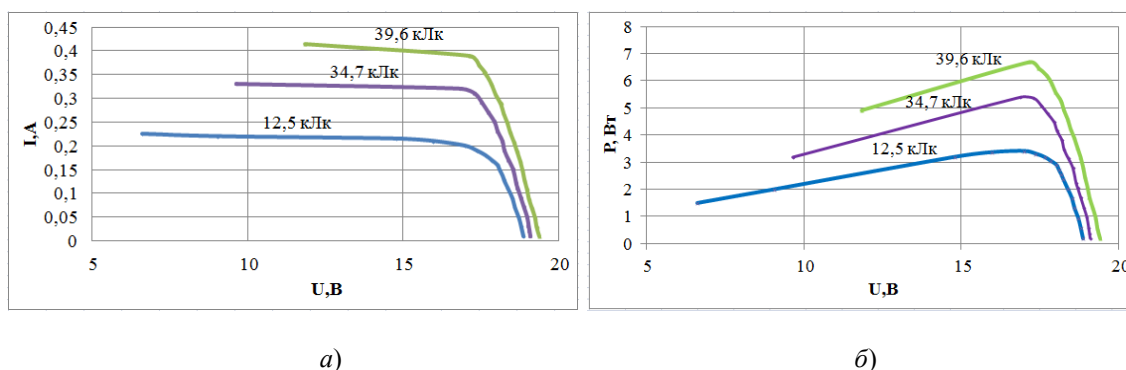


Рис. 4. Зависимость мощности солнечной панели от освещенности

С повышением уровня освещенности увеличиваются значения тока, напряжения и мощности солнечной панели.

Вид кривой ВАХ зависит от освещенности. С повышением уровня освещенности повышаются рабочие характеристики солнечной панели. Форма же кривой ВАХ зависит от освещенности в малой степени.

Максимум мощности достигается при одном и том же напряжении вне зависимости от освещенности. До наступления максимума мощность растет равномерно и прямолинейно, после чего резко снижается, что следует учитывать при эксплуатации солнечной панели. Для достижения наибольшей эффективности необходим правильный подбор нагрузки. Данное исследование позволяет выявить требуемый диапазон нагрузки.



а)

б)

Рис. 5. Результаты исследования электрофизических характеристик солнечных панелей для различных режимов работы: а – зависимость ВАХ солнечной панели от освещенности; б – зависимость мощности солнечной панели от напряжения при различной освещенности

В лампах накаливания электрическая энергия переходит в энергию световую и тепловую, причем тепловая составляет большую долю общей энергии [2].

Свойство ламп накаливания нагреваться самим и выделять тепло было использовано для исследования электрофизических характеристик солнечной панели в зависимости от температуры. Для этого была собрана лабораторная установка. В состав установки входят: источник света (он же и источник тепла), отражающие панели, вентилятор, делитель напряжения и приборы измерения параметров солнечной панели.

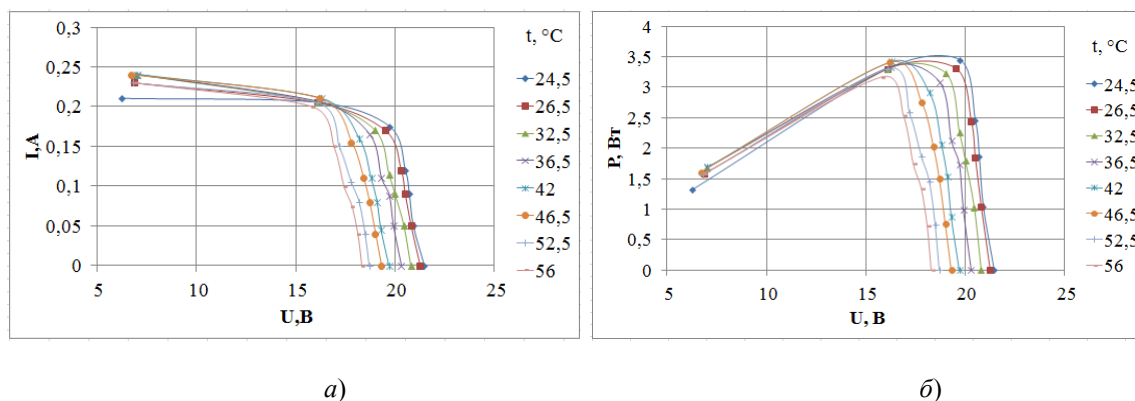


Рис. 6. Результаты исследования влияния температуры нагрева солнечных панелей на их электрофизические характеристики:
a – зависимость ВАХ солнечной панели от температуры; *б* – зависимость мощности солнечной панели от температуры

При увеличении температуры солнечной панели заметно ухудшаются ее электрофизические характеристики. С ростом температуры снижение напряжения больше, чем увеличение силы тока.

При увеличении температуры солнечной панели снижается генерируемая ей мощность. Повышение температуры солнечной батареи может привести не только к уменьшению генерируемой мощности, но и к невозможности функционирования солнечной электростанции как целостной системы.

Литература

1. Меляков, И. История и перспективы развития солнечной энергетики / И. Меляков. – Бишкек : ЦРВИЭЭ, 2013. – 54 с.
2. Гроховский, Е. В. Освещение : метод. пособие / Е. В. Гроховский. – Хабаровск : Гидролюкс, 2009. – 40 с.

СПОСОБЫ НАГРУЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ

В. Э. Кудравец, Д. С. Москалев

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

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Дизельные электрогенераторы является одним из лучших решений для автономного и резервного обеспечения электричеством промышленных и сельскохозяйственных предприятий, учреждений медицины и образования, научных и других

объектов. Такой тип генераторов экономичен, эффективен и безопасен в работе. Поэтому дизельные генераторы получили широкое распространение во всех сферах автономного и резервного энергоснабжения. Но для надежной и качественной работы дизель-генераторов должна проводиться регулярная диагностика. Диагностика дизель-генераторов позволяет избежать их внезапного, аварийного отключения, которое может привести к большим потерям на производстве, к выходу из строя технологического оборудования и даже привести к человеческим жертвам. Своевременная диагностика дизельного генератора – это, в первую очередь, его безаварийная эксплуатация и поддержание в технически исправном состоянии. В состав регламентных работ для автономных и резервных дизель-генераторов входит диагностика под нагрузкой. Испытания проводятся как в установившихся, так и в переходных режимах работы в виде сброса-наброса нагрузки. При этом определяются ряд параметров генераторного агрегата:

- отклонения частоты и напряжения в установившихся и переходных режимах;
- время восстановления частоты и напряжения при внезапных изменениях нагрузки;

- стабильность показаний;

- параметры первичного двигателя (расход топлива, дымность и др.).

От точности проводимых испытаний зависит дальнейшая качественная работа генераторных агрегатов. Имитация различных статических и динамических режимов работы при испытаниях генераторных агрегатов осуществляется разными способами с применением различного рода нагружающих устройств (НУ).

Наиболее известными из существующих способов нагружения дизель-генераторов являются:

- 1) нагружение через параллельную работу электрогенератора (ЭГ) с сетью.

Данный вид нагружения и устройства для его осуществления позволяют нагружать генератор в процессе питания оборудования от сети электроснабжения. Вырабатываемая в процессе испытаний электрическая энергия отдается в сеть электроснабжения и участвует в питании потребителей. Это энергосберегающий вид испытаний. Он в обязательном порядке внедрен при испытаниях резервных генераторов объектов атомной энергетики с периодичностью в две недели, при этом дизель-генератор практически работает в предусмотренном аварийном режиме. Оценка функциональной возможности ЭГ проводится сравнением снятой U-образной характеристики генератора с базовой.

Подключение генератора осуществляется методом точной или грубой синхронизации, однолинейная схема устройства подключения показана на рис. 1, U-образные и угловые характеристики – на рис. 2.

Данный вид нагружения предполагает возможным изменение тока возбуждения I_v генератора и вращающего момента приводного двигателя, что невозможно для большинства существующих дизель-генераторов, имеющих замкнутую автоматическую систему управления. Регулирование активной нагрузки ведется изменением подачи топлива первичного двигателя, а реактивной – изменением тока возбуждения. Такая система нагружения наиболее проста, но не обеспечивает проведения испытаний в динамических режимах.

Кроме того, считается, что сеть является источником большой мощности с постоянными параметрами $U_{\text{сети}} = \text{const}$, $f_{\text{сети}} = \text{const}$, а поскольку $U_{\text{ген}} = U_{\text{сети}}$, $f_{\text{ген}} = f_{\text{сети}}$, то параметры генератора $U_{\text{ген}}$ и $f_{\text{ген}}$ также будут неизменны в процессах наброса и сброса нагрузки, что не позволяет оценить качество функционирования систем стабилизации;

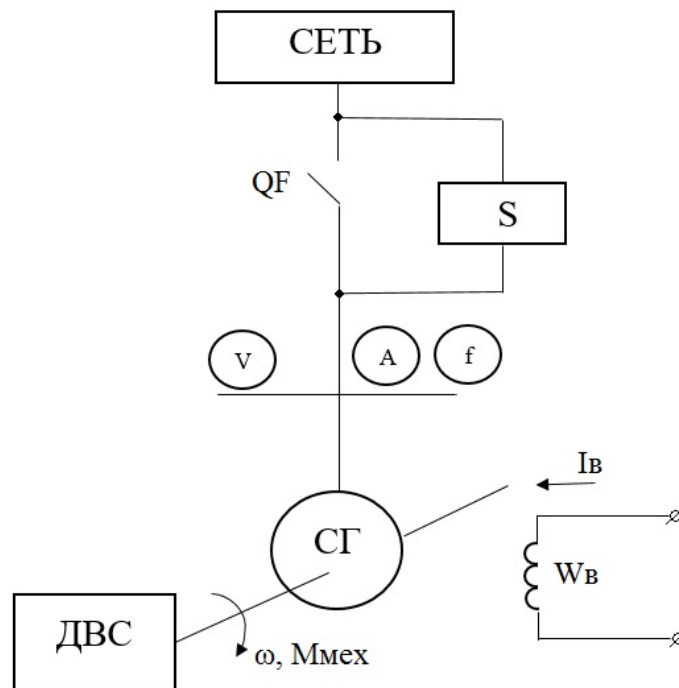


Рис. 1. Однолинейная схема подключения электрогенератора к сети электроснабжения; S – синхронизатор

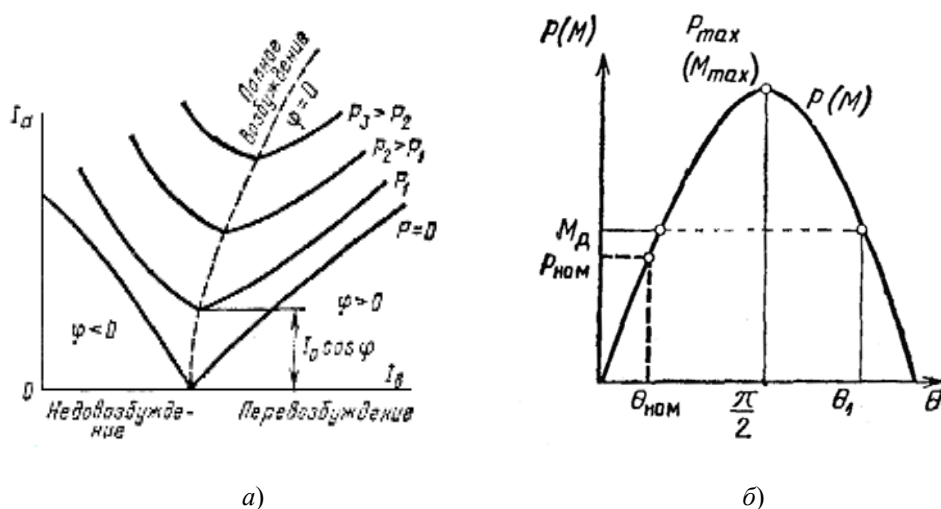


Рис. 2. Характеристики неявнополюсного синхронного генератора: а – U-образные характеристики; б – угловые характеристики

2) нагрузка на реальное резервируемое оборудование.

В информационных материалах приведено несколько случаев нагружения дизель-генератора на реальную нагрузку резервируемого оборудования. Однако, при несомненных достоинствах данного способа, имеются большие сложности в организации подобного процесса нагрузки;

3) нагружение дизель-генератора на специальное нагрузочное устройство.

К выходу электрогенератора подключается нагрузочное устройство модульного типа с набором резистивных и реактивных элементов, выполненных на определен-

ную мощность, в большинстве случаев от трех кВт до десятков тысяч кВт, укомплектованных измерительной аппаратурой и системой управления, позволяющей ступенчато формировать закон изменения нагрузки.

Модульная конструкция НУ позволяет сформировать нагрузку практически любой мощности и характера. Выпускаемые в РФ нагрузочные устройства такого типа реализованы по одинаковой схеме и отличаются по типу систем управления и охлаждения.

Данные нагрузочные устройства являются энергозатратными, вся выработанная в процессе испытания активная энергия преобразуется в тепло на резисторах и рассеивается в окружающем пространстве. Это весьма не экономичная система нагружения.

Все перечисленные виды нагружения дизель-генераторов имеют серьезные недостатки, поэтому актуальной задачей является разработка такого нагрузочного устройства, которое обладало бы всеми необходимыми функциональными возможностями и в то же время позволяло рекуперировать вырабатываемую в процессе испытаний энергию в сеть, т. е. было энергосберегающим.

Наиболее полно указанным выше требованиям испытания удовлетворяют НУ, выполненные на базе статических преобразователей. Они могут быть реализованы по различным схемам: как со звеном постоянного тока, так и с непосредственным преобразователем частоты, с естественной или искусственной коммутацией тиристоров или с использованием силовых транзисторов. В любом случае они позволяют плавно регулировать как нагрузку, так и коэффициент мощности нагрузки. Кроме того, возможно воспроизведение динамических режимов испытания.

Одним из наиболее удобных и простых вариантов является выпрямительно-инверторный агрегат с управляемым выпрямителем UZ и инвертором UF, ведомым сетью (рис. 3). Коммутация тиристоров выпрямителя и инвертора естественная, что повышает надежность и быстродействие преобразователей.

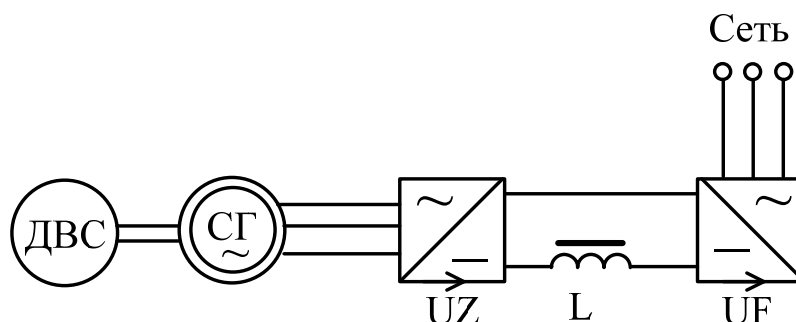


Рис. 3. Функциональная схема нагружающего устройства с управляемым выпрямителем и инвертором, ведомым сетью:
ДВС – двигатель внутреннего сгорания; СГ – синхронный генератор; L – реактор

В настоящее время в ГГТУ им. П. О. Сухого проводятся работы по созданию и исследованию подобного НУ.

ПРОБЛЕМА ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**С. В. Лаевский***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Введение. С развитием промышленности Республики Беларусь и увеличением различного числа потребителей на работу электрооборудования все больше оказывают влияние несинусоидальные токи и напряжения, возникающие в результате влияния высших гармоник в электрических сетях. Любые приборы и оборудование с нелинейными характеристиками являются источниками гармоник в своей сети. Проблемы, создаваемые гармониками:

- дополнительный нагрев, вследствие чего выходят из строя предохранители, конденсаторы, газоразрядные лампы (ртутные и люминесцентные), трансформаторы электродвигателей и другое оборудование;
- гармонический шум (частые переходы через 0) могут служить причиной неправильной работой компонентов систем контроля;
- наличие третьей гармоники и ее производных 9, 12 и т. д. может потребовать увеличения сечения нулевого рабочего проводника;
- ложные срабатывания автоматических выключателей и предохранителей;
- повреждение чувствительного электронного оборудования.

Анализируя данные проблемы, можно сделать вывод о том, что в современных жилых домах и административных зданиях практически не осталось приборов и техники, потребляющих из сети чисто синусоидальный ток. Данное обстоятельство дает повод задуматься о вероятных проблемах, связанных с высшими гармониками в электрических сетях таких потребителей. Несмотря на то что мощность каждого отдельного такого прибора или устройства мала, суммарная мощность искажений большого их количества может негативно сказаться на работе системы электроснабжения.

Цель работы – определить источники гармонических колебаний и проанализировать их работу в электрических сетях.

Гармоники – есть продолжительные возмущения или искажения в электрической сети, имеющие различные источники и проявления, такие как импульсы, перекосы фаз, броски и провалы, которые могут быть категоризованы как переходные возмущения [1].

Гармоники можно классифицировать по трем параметрам: порядку (номеру), частоте и типу последовательности. Эти параметры полностью определяют свойства гармонических составляющих в электросети [1].

Гармоники прямой или обратной последовательности не отличаются друг от друга по степени влияния на электрическую сеть. Они одинаково вредны независимо от типа последовательности.

Гармоники нулевой последовательности имеют частоту кратную трем по отношению к основной частоте (табл. 1). Эти гармоники протекают по нулевому проводнику, и ток в нем может быть таким же по величине, как и в фазном проводе, и даже превышать его. Это приводит к перегреву нулевого провода и, соответственно, к необходимости выполнять и нулевой, и фазные проводники жилами одинакового сечения.

Таблица 1

Основные параметры гармоник

Порядок	Частота	Последовательность
1	50	+
2	100	-
3	150	0
4	200	+
5	250	-
6	250	0
7	350	+
8	400	-
9	450	0
...		
n	$50n$	-

Типичные гармонические токи, показанные как процент от фундаментального тока 50 Гц, показаны на рис. 1. Пример разложения формы кривой тока на гармонические составляющие представлен на рис. 2.

Номер гармоники	Типичное содержание в % гармоник тока	
	6-ти пульсный выпрямитель	12-ти пульсный выпрямитель
-		
1	100	100
5	20	-
7	14	-
11	9	9
12	8	8
17	6	-
19	5	-
23	4	4
23	4	4

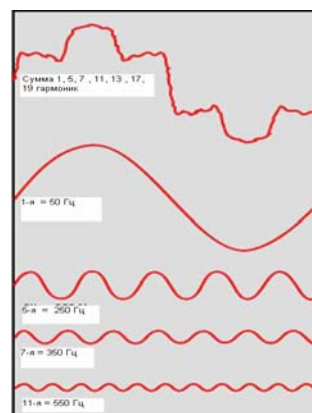


Рис. 1. Типичные гармонические токи в процентном содержании

Рис. 2. Разложение формы кривой тока на гармонические составляющие

Источники всех гармонических колебаний в электрических сетях могут быть объединены в основные группы: электромагнитные и электронные балласты систем освещения; электросварочное оборудование; однофазное электрооборудование; электромагнитные дроссели для газоразрядных ламп; устройства плавного пуска; регулируемые электроприводы.

При определенных обстоятельствах, гармонические потоки могут превысить ток фундаментальной гармоники 50 Гц, протекающей через конденсатор. Эти гармонические проблемы могут также вызвать увеличение напряжения на конденсаторе, которое может превысить максимально допустимое значение и привести к пробое конденсатора.

Пробой конденсатора может возникать из-за резонанса, который возникает при равенстве емкостного и индуктивного реактивных сопротивлений $X_L = X_C$ в параллельной или последовательной цепи с нелинейными нагрузками, конденсаторами или индуктивными нагрузками.

$$\begin{aligned} X_L &= \omega \cdot L \\ X_C &= 1/\omega C \end{aligned} \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}.$$

Значение частоты, на которой имеет место равенство емкостного и индуктивного реактивных сопротивлений, называется резонансной частотой f_R .

$$\omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow 2\pi f_R \Rightarrow f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Оба реактивных сопротивления зависят от частоты f , но индуктивное сопротивление X_L имеет прямо пропорциональную зависимость, тогда как емкостное сопротивление X_C обратно пропорционально частоте. Поэтому с ростом частоты значение реактивного емкостного сопротивления X_C уменьшается, а реактивного индуктивного сопротивления X_L увеличивается.

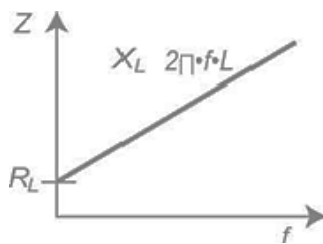


Рис. 3. Реактивное сопротивление катушки индуктивности

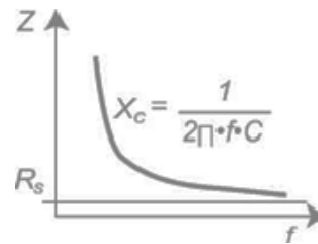


Рис. 4. Реактивное сопротивление конденсатора

Резонанс может произойти на любой частоте, но в основном это 5-, 7-, 11- и 13-я гармоники, которые генерируются 6-пульсными системами выпрямления трехфазного напряжения. Для уменьшения явления резонанса в распределительных сетях, где установлены конденсаторы, можно обозначить несколько путей. Изменяя выходную мощность конденсаторной установки, мы можем отстроиться от опасной резонансной частоты. Резонансная частота с включением каждого шага конденсаторной установки изменяется. Гармонические искажения могут также подавляться в электрических системах при использовании в них гармонических фильтров.

Заключение. Определены основные источники гармонических колебаний. Выявлено, что при определенных обстоятельствах гармонические потоки могут превысить ток фундаментальной гармоники 50 Гц и привести к пробое конденсатора. Предложены меры по уменьшению данных явлений.

Прежде чем приступать к внедрению конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности на предприятии, а также фильтров гармоник необходимо провести всесторонние измерения параметров сети: активную реактивную, полную мощность, величину и уровни гармоник тока и напряжения, провалы и перенапряжения в линии.

Литература

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. – / И. В. Жежеленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****М. А. Лапицкий***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель А. О. Добродей

Электроэнергетика Беларуси представляет собой постоянно развивающийся, высокотехнологичный комплекс, с единым централизованным оперативно-диспетчерским управлением. Важнейшими задачами данного комплекса являются обеспечение энергетической безопасности, внедрение современных энергоэффективных технологий, обеспечивающих снижение потребления топливно-энергетических ресурсов.

Основные направления развития электроэнергетики должны базироваться на реализации следующих основных задач:

- сбалансированное развитие и модернизация генерирующих источников, электрических сетей на базе внедрения инновационных технологий и вывода из эксплуатации физически и морально устаревшего энергетического оборудования с учетом ввода АЭС;

- диверсификация первичных энергоносителей в топливном балансе энергосистемы на базе использования ядерного топлива, местных видов топлива (далее – МВТ) и возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ);

- совершенствование тарифной политики;

- совершенствование структуры управления энергетической системой;

- совершенствование нормативной правовой базы, регулирующей отношения в электроэнергетической сфере.

В части развития генерирующих источников электрической энергии организаций, входящих в систему Минэнерго, основным мероприятием в прогнозируемом периоде является ввод в эксплуатацию первого блока на АЭС в 2018 г. и второго в 2020 г. суммарной мощностью 2400 МВт и дальнейшее их освоение с эффективной интеграцией в баланс и режимы работы энергетической системы.

С этой целью предусматривается содержание горячего резерва в пределах 1200 МВт и холодного – 1200 МВт. Обеспечивать холодный резерв планируется за счет содержания в работоспособном состоянии части отслуживших нормативные сроки и полностью амортизированных блоков Лукомльской ГРЭС. Такое решение, с одной стороны, исключает необходимость ввода новых мощностей холодного резерва и, соответственно, дополнительных инвестиций, а с другой – формируется избыточная мощность в энергетической системе. При этом также будет прорабатываться вопрос возмездного содержания холодного резерва на энергетических мощностях сопредельных стран посредством формирования на экономически выгодных для белорусской стороны условиях договорных отношений на аварийный импорт электрической энергии (мощности).

Предусматривается ввод мощностей на базе использования возобновляемых источников энергии, в частности Полоцкой и Витебской ГЭС, ветропарка в РУП «Гродноэнерго» в районе населенного пункта Грабники. Прогнозный объем выработки электрической энергии в энергетической системе из ВИЭ оценивается в 2020 г. на уровне 0,95 млрд кВт · ч, в 2025 г. – 1,8 млрд кВт · ч.

Будут подвергнуты модернизации часть действующих мощностей на ТЭЦ (Минской ТЭЦ-3, Минской ТЭЦ-2, Жодинской ТЭЦ, Гродненской ТЭЦ-2), которые отслужили нормативные сроки эксплуатации и физически непригодны к дальнейшему использованию.

Возможен частичный вывод из эксплуатации без замещения устаревших мощностей на ряде ТЭЦ с низким коэффициентом использования установленной мощности (Новополоцкой ТЭЦ, Могилевской ТЭЦ-2, Светлогорской ТЭЦ, Белорусской ГРЭС).

После ввода АЭС для регулирования графиков нагрузки энергетической системы будут применяться локальные источники, а также газотурбинные и газопоршневые установки.

Для обеспечения выдачи мощности от АЭС, повышения надежности электроснабжения отдельных регионов и устойчивости работы энергосистемы в различных ситуациях предусматривается сооружение новых магистральных ЛЭП, сооружение новых и реконструкция действующих подстанций и ряд других мероприятий, основными из которых являются:

- сооружение ЛЭП 330 кВ по направлениям Белорусская АЭС – Молодечно, Столбцы, Россь, Поставы, Минск – Северная, Сморгонь, Молодечно – Минская ТЭЦ-4;

- реконструкция ПС 330 кВ «Сморгонь», «Россь», ОРУ Минской ТЭЦ-4. Строительство ПС 330 кВ «Поставы» и ВЛ.

Для повышения надежности электроснабжения промышленных узлов и отдельных потребителей в части модернизации ЛЭП предусматривается:

- перевод сети напряжением 220 кВ на напряжение 330 и 110 кВ;
- оснащение (модернизация) электрических сетей противоаварийной и режимной автоматикой;

- поэтапный вывод из эксплуатации ЛЭП 35 кВ с переводом на 110 кВ или 10 кВ с подключением нагрузки по сети 10 кВ к ближайшей ПС 110 кВ.

В развитии систем теплоснабжения предусматривается:

- проведение мониторинга эффективности функционирования тепловых источников в целях оптимизации нагрузки;

- с учетом ввода в эксплуатацию АЭС при создании новых источников теплоснабжения рассматривать варианты регулирования нагрузок энергосистемы посредством установки электродкотлов и аккумуляторов теплоты, в частности:

- установка электродкотлов с аккумуляторами теплоты в отопительных котельных энергетической системы в объеме 450 МВт;

- использование электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения вновь строящихся жилых и общественных комплексов, предусматривающее установку вне зоны действия централизованных источников теплоснабжения энергетической системы электродкотлов на коммунальных котельных облисполкомов и Минского горисполкома в объеме 150–200 МВт;

- внедрение теплонасосных установок для вовлечения ВЭР в системы теплоснабжения;

- для повышения эффективности топливоиспользования осуществлять внедрение утилизационных технологий с использованием теплоты конденсации водяных паров в дымовых газах;

- развитие автоматических и автоматизированных систем управления теплоснабжающими комплексами (источники, тепловые сети, потребители);

- исключить строительство локальных источников в зоне действующих ТЭЦ;

– строительство новых и модернизацию действующих тепловых сетей осуществлять на базе современных технологий и материалов.

Для эффективного управления энергосистемой, обеспечения требуемой надежности и повышения эффективности ее функционирования предусматривается развитие действующих и создание новых технических и программно-технических комплексов, включающих:

– АСКУЭ межгосударственных и межсистемных перетоков и генерации, региональные АСКУЭ;

– автоматику отключения потребителей для мгновенного восстановления баланса мощности энергосистемы;

– программно-технический комплекс для оптимального распределения электрических нагрузок;

– интегрированный для всех уровней программно-технический комплекс и математические модели для оптимизации работы электрической сети, для расчета установившихся и переходных режимов;

– комплекс технических средств и соответствующее программное обеспечение для системы автоматического регулирования частоты и мощности с задействованием блочного оборудования ряда электростанций;

– средства принудительного распределения потоков активной мощности по межгосударственным электрическим сечениям;

– автоматизированный комплекс для оперативного восстановления баланса электрической мощности в отдельных узлах и проведения оперативных переключений;

– интегрированную автоматизированную систему управления, включающую информационные сети диспетчерского управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами электростанций, тепловых и электрических сетей и другое.

В рассматриваемом периоде будет продолжена работа, направленная на совершенствование тарифной политики в части:

– разработки системы нормативных правовых актов по формированию тарифов на электрическую энергию по видам деятельности (производство, передача, распределение и продажа) на основании раздельного учета и в соответствии с этапами реформирования энергосистемы;

– расширения методов и способов тарифного регулирования, применяемых в разрезе видов деятельности.

Кроме того, совершенствование тарифной политики будет направлено на создание экономической заинтересованности в расширении использования электрической энергии потребителями реального сектора экономики и населения республики, в том числе посредством расширения перечня категорий потребителей, осуществляющих расчеты по тарифам, дифференцированным по временным периодам.

Л и т е р а т у р а

1. Комплексный план развития в электроэнергетической сфере до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 1 марта 2016 г., № 169 // М-во энергетики Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. Техническая политика в сфере электроэнергетики на долгосрочную перспективу до 2030 года / ОАО «Экономэнерго». – Минск, 2015.
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года : одобр. на заседании Президиума Совета Министров Респ. Беларусь от 10 февраля 2015 г. / НГУ «НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь». – Минск, 2015.

РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Д. А. Мельников, С. И. Ходанович

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

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

Цепи с зависимыми источниками могут обладать разнообразными АЧХ, подобными характеристикам узкополосных полосовых фильтров, а также фильтров высоких и низких частот. Перспективными базовыми узлами для построения фильтров являются операционные усилители. Фильтры, использующие RC -цепи и усилительные микросхемы, получили название *активных*.

Цель работы: расчет и исследование передаточной характеристики избирательной цепи с управляемым источником; сравнение с передаточными характеристиками одиночного последовательного колебательного контура, собранного на пассивных элементах.

Пассивный последовательный резонансный контур обладает двумя замечательными свойствами: селективными (полосовой фильтр) и усиления напряжения на реактивных элементах по отношению к входному. Оба свойства проявляются при добротности контура $Q > 1$, т. е. $\rho > R$, где $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ – волновое сопротивление контура.

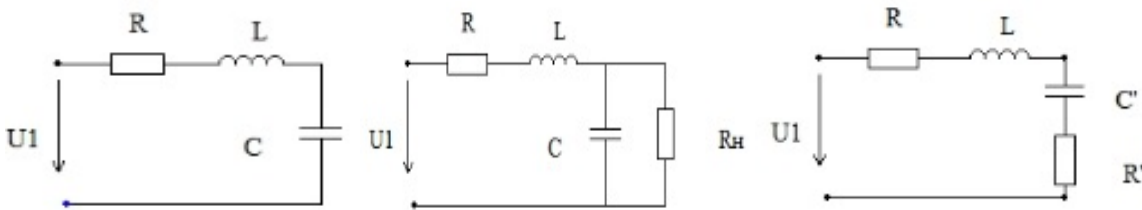


Рис. 1. Схема контура

Рис. 2. Подключение нагрузки к контуру

Как известно, о свойствах цепей можно судить по расположению корней знаменателя передаточной функции на комплексной плоскости. В частности, если знаменатель имеет структуру $-\omega^2 + j\omega B + D$, то $B = \frac{\omega_0}{Q}$, а $D = \omega_0^2$, где ω_0 – резонансная частота; Q – добротность контура. Проверим это на примере последовательного контура (рис. 1).

$$K = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I \left(-j \frac{1}{\omega C} \right)}{I \left(R + j\omega L - j \frac{1}{\omega C} \right)} = \frac{\frac{1}{LC}}{-\omega^2 + j\omega \frac{R}{L} + \frac{1}{LC}}, \text{ где } \frac{1}{LC} = \omega_0^2. \quad (1)$$

Знаменатель этого выражения такой же, как и в предыдущем случае. Следовательно, передаточные характеристики ведут себя одинаково.

При подключении нагрузки добротность контура снижается за счет внесения дополнительного активного сопротивления (рис. 2), свойства контура при этом ухудшаются. Большим недостатком такого контура является его малое входное сопротивление, так что для сохранения свойств нагрузка должна быть достаточно большой: обычно выбирают $R_n \geq 100 \rho$. При нагрузочных сопротивлениях меньшего значения добротность пассивной цепи заметно падает.

В электронике широкое применение находят устройства частотной селекции на основе операционных усилителей. Идеальный ОУ представляет собой источник напряжения, управляемый напряжением, с бесконечно большим коэффициентом усиления, бесконечно большим входным сопротивлением и нулевым выходным сопротивлением. Входное сопротивление активных цепей на несколько порядков выше, чем в RLC -цепи. Второе важное достоинство активного контура – отсутствие индуктивных сопротивлений. В данной работе выполнен расчет и экспериментальное исследование передаточной характеристики активного контура второго порядка, содержащего два конденсатора (рис. 3). Расчет выполнен по линейной схеме замещения (рис. 4) методом узловых потенциалов.

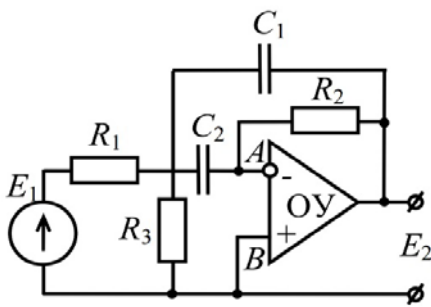


Рис. 3. Активный контур

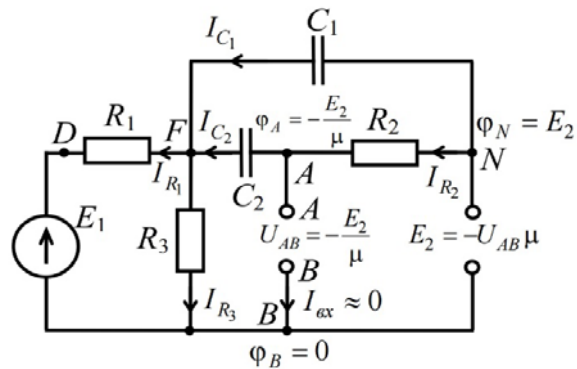


Рис. 4. Линейная схема замещения

Уравнения по методу узловых потенциалов для узлов F и A :

$$\begin{cases} \varphi_F \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega C_1 + j\omega C_2 \right) - j\omega C_2 \varphi_A = \frac{E_1}{R_1} + j\omega C_1 E_2; \\ -j\omega C_2 \varphi_F + \varphi_A \left(\frac{1}{R_2} + j\omega C_2 \right) = \frac{E_2}{R_2}. \end{cases} \quad (2)$$

Так как $U_{AB} = -\frac{E_2}{\mu}$ и принимая $\mu \rightarrow \infty$, $C_1 = C_2 = C$, после преобразований получим передаточную характеристику в следующем виде:

$$\underline{K} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{j\omega}{R_1 C}}{-\omega^2 + j\omega \left(\frac{2}{R_2 C} \right) + \left(\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3 C^2} \right)}. \quad (3)$$

Сравнивая знаменатель полученного выражения со знаменателем формулы (1) пассивного контура, можно сделать вывод, что передаточные характеристики подобны. Следовательно, резонансную частоту цепи и добротность контура с активными элементами можно рассчитать по следующим формулам :

$$\omega_0 = \frac{1}{C \sqrt{\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_3}}}; \quad Q = \frac{\omega_0 C R_2}{2}. \quad (4)$$

В работе выполнены экспериментальные исследования коэффициентов передачи пассивного и активного контуров при различных значениях нагрузки. Экспериментальные графики приведены на рис. 5.

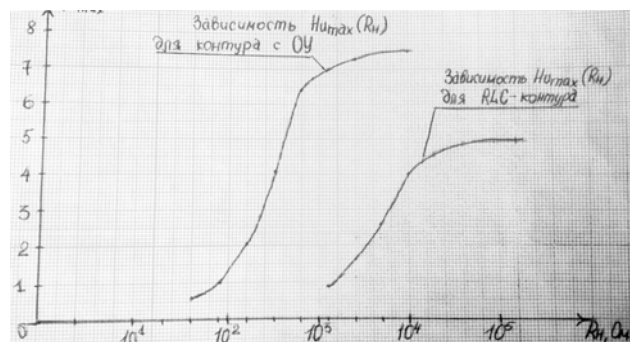


Рис. 5. Зависимость коэффициента передачи от величины нагрузки

Из графика видно, что в электронном контуре коэффициент передачи по напряжению сохраняет значение, близкое значению в режиме холостого хода при довольно низких нагрузках. Например, при нагрузке 10^4 Ом в пассивном контуре коэффициент падает на 20 %, (от значения 5 до 4), а в электронном контуре имеет значение такое же, что и в режиме холостого хода – 7.5. При нагрузке 10^3 Ом коэффициент передач в пассивном контуре меньше единицы, в электронном – 7.

Таким образом, одним из важных достоинств исследуемого контура является высокое входное и малое выходное сопротивления, что выгодно отличает данный активный четырехполюсник от аналогичного пассивного. У пассивного последовательного колебательного контура входное сопротивление на резонансной частоте составляет десятки Ом, а минимальное сопротивление нагрузки, при котором добротность падает незначительно, – десятки–сотни кОм. У активного контура входное сопротивление практически равно R_1 , т. е. на несколько порядков больше, чем у последовательного RLC -контура. Сопротивление нагрузки может быть значительно меньше, чем сопротивление пассивного контура. Отсутствие индуктивных катушек позволяет изготавливать избирательные цепи с использованием микроэлектронных элементов, что делает их компактными, значительно расширяет области применения подобных устройств.

Литература

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учеб. для вузов / Л. А. Бессонов. – М. : Высш. шк., 1984.
2. Добротворский, И. Н. Теория электрических цепей: Лабораторный практикум : учеб. пособие для техникумов / И. Н. Добротворский. – М. : Радио и связь, 1990.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СНИЖЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ 6-10/0,4 КВ ПРИ ПИТАНИИ НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ

В. А. Мороз

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

Научный руководитель Т. В. Алферова

За последние годы возросла нагрузка жилых и административных зданий. С ростом нагрузки изменился и ее характер. Возросло количество нелинейных потребителей (в частности, компьютеров, телевизоров, DVD-плееров, микроволновых печей, кондиционеров и др.), являющихся источниками высших гармоник, которые негативно влияют на оборудование электрической сети [1]. С внедрением программ энергосбережения все активнее заменяются обычные лампы накаливания энергосберегающими и широко применяется частотно-регулируемый электропривод.

Несмотря на относительно небольшую мощность каждого отдельного электроприемника, их массовое применение приводит к существенному искажению синусоидальности кривых напряжения и тока в электрических сетях напряжением 380 В. Несинусоидальность напряжений и токов оказывает влияние на работу электрооборудования, сокращая срок его службы, приводит к увеличению потерь напряжения и мощности в сети, уменьшению ее пропускной способности [2].

Снижение пропускной способности трансформатора из-за несинусоидальных токов определяется увеличением дополнительных потерь от токов высших гармоник. Все потери в трансформаторе можно разделить на условно-постоянные (потери холостого хода P_{xx}), возникающие из-за перемагничивания стали сердечника, и условно-переменные (нагрузочные потери $P_{нагр}$) [3]. Нагрузочные потери определяются из опыта короткого замыкания и разделяются на основные потери ($P_{осн}$) в обмотках трансформатора и добавочные потери от действия полей рассеяния ($P_{доп}$). Потери от полей рассеяния могут быть определены как потери из-за рассеяния электромагнитного потока в обмотках, стенках бака, прессующих кольцах, ярмовых балках, нажимных и стяжных пластинах, бандажках и экранах. Потери от полей рассеяния определяются вычитанием основных потерь от измеренных в опыте короткого замыкания нагрузочных потерь.

$$P_{доп} = P_{нагр} - P_{осн} \quad (1)$$

Потери от полей рассеяния разделяют на потери в проводнике обмоток ($P_{обм}$) и потери рассеяния в других частях трансформатора, кроме обмотки. Потери от рассеяния в обмотках включают потери на вихревые токи и потери из-за циркуляции токов. Для удобства восприятия изложенного материала в дальнейшем представим упомянутые выше потери активной мощности в графическом виде с помощью диаграммы (рис. 1).

Высшие гармоники тока увеличивают среднеквадратическое значение тока нагрузки, что влечет за собой пропорциональное увеличение основных потерь в обмотке.

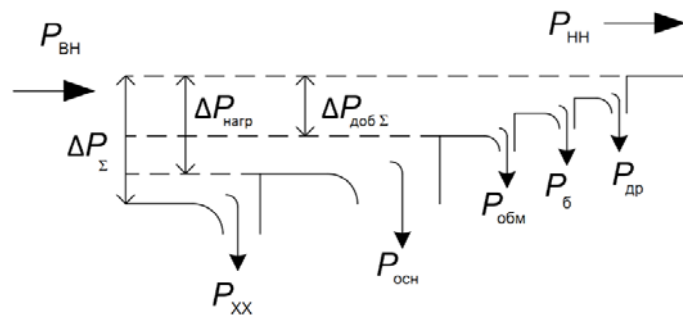


Рис. 1. Диаграмма распределения потерь активной мощности в трансформаторе:
 $P_{ВН}$ – суммарная мощность на стороне высокого напряжения; $P_{НН}$ – суммарная мощность на стороне низкого напряжения; $P_{ХХ}$ – потери холостого хода;
 $P_{нагр}$ – нагрузочные потери (потери короткого замыкания); $P_{осн}$ – основные (омические) потери; $P_{доб \Sigma}$ – дополнительные потери от действия полей рассеяния; $P_{обм}$ – потери от вихревых и циркулирующих токов в обмотках, вызванные действием полей рассеяния; $P_{б}$ – потери в баке трансформатора; $P_{др}$ – потери от вихревых токов в других частях трансформатора (кроме обмоток и бака), вызванные действием полей рассеяния

Потери от вихревых токов ($P_{обм}$) увеличиваются пропорционально квадрату тока нагрузки и пропорциональны квадрату частоты:

$$P_{обм} = P_{обм.ном} \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 n^2, \quad (2)$$

где $P_{обм.ном}$ – потери в обмотке от вихревых токов при номинальных условиях, Вт; n – номер гармоники; I_n – среднеквадратичное значение тока гармоники n , А; $I_{ном}$ – среднеквадратичное значение основного тока при номинальной частоте и номинальных нагрузочных условиях, А.

Добавочные потери от полей рассеяния в баке, прессующих балках, зажимах и других конструктивных частях трансформатора также увеличиваются на величину, пропорциональную квадрату тока нагрузки. От частоты протекаемого тока потери мощности в баке зависят в степени 1,05, в других конструктивных частях трансформатора – в степени 0,8.

$$P_{б} = P_{б.ном} \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 n^{1,05}, \quad (3)$$

где $P_{б.ном}$ – добавочные потери от полей рассеяния в баке при номинальных условиях, Вт.

$$P_{др.ном} = P_{др.ном} \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 n^{0,8}, \quad (4)$$

где $P_{др.ном}$ – добавочные потери от полей рассеяния в других частях трансформатора (кроме бака и обмоток) при номинальных условиях, Вт. Также принимается, что величина потерь холостого хода не изменяется от порядка частоты и значения тока высших гармоник, протекаемых по обмоткам.

Для автоматизации расчета снижения пропускной способности трансформаторов 6-10/0,4 кВ при питании нелинейной нагрузки разрабатывается компьютерная программа на основе языка Delphi с простым и понятным интерфейсом. Алгоритм, лежащий в основе программы и позволяющий определить эквивалентную нагрузочную способность и понижающий коэффициент, учитывающий несинусоидальность тока при питании нелинейной нагрузки, представлен следующим образом.

Из паспортных данных трансформатора определяем величину общих потерь от полей рассеивания ($P_{\text{доп}}$) по формуле (1). Значение потерь в баке трансформатора рассчитывается по формуле

$$P_{\text{б}} = 10kS, \quad (5)$$

где S – номинальная мощность трансформатора в кВА, k – коэффициент, принимаемый для трансформаторов 6–10 кВ равным 0,03–0,04.

Величина сопротивлений обмоток ВН и НН определяется на основании измерений сопротивления обмоток постоянному току, или на основе данных о массе провода катушки обмотки по формуле (6) для алюминиевого провода и для медного провода по формуле (7):

$$P_{\text{осн}} = 12,75j^2G; \quad (6)$$

$$P_{\text{осн}} = 2,4j^2G, \quad (7)$$

где j – плотность тока в обмотке, А/мм²; G – масса неизолированного провода, кг.

На основании полученных значений основных потерь в обмотках ВН и НН определяем величину потерь от вихревых токов в обмотках. Численно они равны величине 2/3 от значения добавочных потерь без учета потерь в баке:

$$P_{\text{обм}} = \frac{2}{3}(P_{\text{доп}} - P_{\text{б}}). \quad (8)$$

Рассчитываем значение величины потерь активной мощности в других конструктивных частях трансформатора ($P_{\text{др}}$) путем вычитания из дополнительных потерь от полей рассеивания составляющих потерь от вихревых токов в обмотках и баке:

$$P_{\text{др}} = P_{\text{доп}} - P_{\text{б}} - P_{\text{обм}}. \quad (9)$$

Рассчитываем относительные величины: $P_{*\text{нагр.ном}}$, $P_{*\text{обм.ном}}$, $P_{*\text{б.ном}}$, $P_{*\text{др.ном}}$ по формулам (2)–(4), приняв за базисное значение величину основных потерь в обмотке.

На основании спектра гармоник тока, питающего нелинейную нагрузку, определяем коэффициенты $K_{\text{обм}}$, $K_{\text{б}}$, $K_{\text{др}}$ по следующим формулам:

$$K_{\text{обм}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2 n^2}{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}; \quad K_{\text{б}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2 n^{1,05}}{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}; \quad K_{\text{др}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2 n^{0,8}}{\sum_{n=1}^{n=n_{\text{max}}} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}. \quad (10)$$

Определяем значение длительно допустимого тока трансформатора с учетом высших гармоник тока:

$$\frac{I}{I_{\text{ном}}} = \sqrt{\frac{P_{*\text{нагр,ном}}}{1 + K_{\text{обм}} P_{*\text{обм,ном}} + K_{\text{б}} P_{*\text{б,ном}} + K_{\text{др}} P_{*\text{др,ном}}}}. \quad (11)$$

Литература

1. Влияние высших гармоник тока на режимы работы кабелей распределительной сети 380 В / В. Н. Тульский [и др.] // Пром. энергетика. – 2013. – № 5. – С. 42–47.
2. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
3. Силовые трансформаторы : справ. книга / под ред. С. Д. Лизунова, А. К. Лоханина. – М. : Энергоиздат, 2004. – 616 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИНКОРПОРИРОВАННЫМИ МАГНИТАМИ

Нго Фьонг Ле

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Г. И. Гульков

Оптимизация является очень популярным термином в современном проектировании электрических машин и устройств в целом. Цель процесса оптимизации, как правило, заключается в том, чтобы свести к минимуму стоимость машины, ее потери, ее массы, или свести к максимуму КПД, момент. Большинство требований проектирования электрической конструкции машины находятся в противоречии друг с другом (уменьшение объема или массы, повышение КПД и т. д.).

Задача многокритериальной оптимизации формулируется следующим образом: найти вектор параметров:

$$\vec{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n], \vec{x} \in R^n$$

с учетом n ограничений параметров

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}, i = 1 \dots n$$

и m функций ограничения

$$g_j(x) \leq 0, j = 1 \dots m,$$

чтобы минимизировать (или максимизировать) вектор функций:

$$\vec{f}(\vec{x}) = [f_1(\vec{x}), f_2(\vec{x}), \dots, f_k(\vec{x})].$$

Методы поиска оптимума различны. Детерминированный подход, использующий детерминированные процедуры выбора векторов, принадлежащих некоторому допустимому множеству и обращающих в оптимум целевую функцию. Наиболее классический представитель этого подхода – метод градиентов (метод наискорейше-

го спуска). Другой подход основан на моделировании процесса эволюции живых организмов. Один из них – генетический алгоритм (ГА). Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

Для оптимизации параметров синхронного двигателя с инкорпорированными магнитами (СДПМ) из-за сложности структуры этого двигателя методы оптимизации, которые не требуют заданной отправной точки, представляют собой более гибкий и привлекательный подход, например, эволюционные алгоритмы как генетический алгоритм. Генетический алгоритм также позволяет использовать нелинейные, дискретные целевые функции и условия ограничения. Однако он не строго математически гарантирует, что оптимальные решения будут найдены, но существует высокая вероятность того, что близкое к оптимальному решение будет найдено. С точки зрения инженеров, это оптимальное решение.

В докладе рассмотрен генетический алгоритм (ГА) и его применение в проектировании синхронного двигателя с инкорпорированными магнитами.

Описание генетического алгоритма. Генетический алгоритм (ГА) – это алгоритм поиска, который моделирует естественный отбор, с использованием методов естественной эволюции, таких как размножение, наследование, мутации и отбор.

Генетический алгоритм включает в себя следующие компоненты: гены (параметры для оптимизации), целевая функция (приспособленности), генетические операторы (скрещивание и мутация), функция отбора и популяция (множество особей). Популяция представляет собой возможные решения. Целевая функция выражает приспособленность особей. Генетические операторы (скрещивание и мутация) служат для нахождения новых решений, одновременно сохраняет лучшие решения. Функция отбора выбирает лучшие решения (особи) и создает новое поколение.

Сначала первая популяция создана случайным образом (блок 1 на рис. 1). В цикле применяются такие генетические операторы, как скрещивание и мутация (блок 2, 3), результат которого служит для получения нового поколения. Для них также вычисляется значение приспособленности (блок 4, 5, 6), и затем производится отбор (блок 7) лучших в следующее поколение.

Для повышения эффективности ГА предлагается ГА с элитарной особью. Функция отбора всегда сохраняет самое лучшее решение (элитарная особь) на следующее поколение.

Применение ГА в проектировании СДПМ. Рассмотрим примерный синхронный двигатель с инкорпорированными магнитами, имеющий геометрические параметры для оптимизации (рис. 2).

Определяются 6 генов, соответствующих 6 основным параметрам двигателя (табл. 1). Эти параметры ограничены в промежутках, определяющих поисковое пространство (пространство проектирования). Другие параметры либо постоянные, или косвенные, вычисляются из данных параметров.

Таблица 1

Ген	Параметр	Описание	Ограничение
0	O2	Расстояние между валом и магнитами (мм)	10...20
1	Widthmag	Ширина магнита (мм)	2...8
2	Thickmag	Толщина магнита (мм)	30...50

Ген	Параметр	Описание	Ограничение
3	Rib	Расстояние между магнитами соседних полюсов (мм)	2...14
4	Airgap	Воздушный зазор (мм)	0,5...2
5	NStrands	Число проводов в одном пазе	3...20

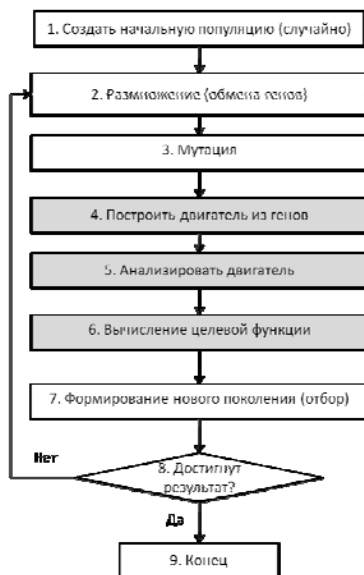


Рис. 1. Схема генетического алгоритма

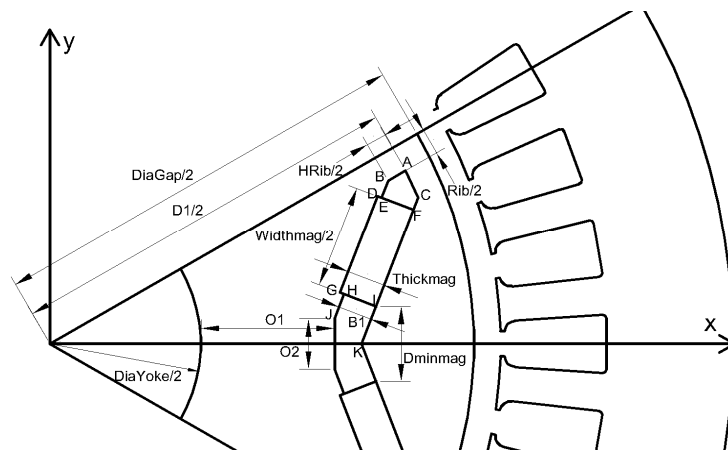


Рис. 2. СДПМ с геометрическими параметрами

Функции ограничения, связанные с техническими ограничениями или требованиями, определяются в табл. 2. Также используются штрафные функции, которые позволяют штрафовать решения, нарушающие ограничения. Штраф осуществляется путем умножения целевых функций на штрафные коэффициенты.

Таблица 2

Описание	Ограничение
Отношение потокосцепления магнитов к индуктивности оси d	$\frac{\Psi_M}{L_d} < 50$
Угол магнитов (электрический угол)	$128 < \gamma_M < 138$
Момент (Н · м)	$M \geq 40$

Целями оптимизации являются максимизация момента и минимизация массы магнитов (так как габаритный размер двигателя определен, минимальная масса магнитов служит для уменьшения стоимости). Целевая функция формулируется в виде взвешенной суммы:

$$f = w_1 \frac{M}{M_{\max}} + w_2 \frac{m_{\text{магнит}}}{m_{\max}},$$

где M – крутящий момент; M_{\max} – возможно максимальный момент во всех случаях (на границе ограничения); $m_{\text{магнит}}$ – масса магнитов; m_{\max} – возможно максимальная масса магнитов; w_1 , w_2 – коэффициент важности цели.

На рис. 1 блок 5 выполняет аналитический расчет двигателя путем решения магнитной цепи 0 на основе параметров, полученных из блока 4. Блок 4 построит параметры двигателя из генов.

Автор разработал программное обеспечение для автоматизации проектирования СДПМ, в котором модуль оптимизации параметров СДПМ осуществляется с помощью генетического алгоритма (рис. 3).

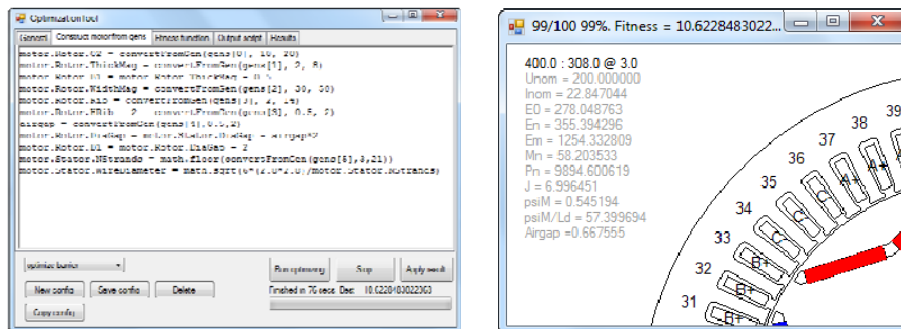


Рис. 3. Интерфейс модуля оптимизация параметров СДПМ

Заключение. Оптимизация становится важной и неизбежной частью процесса современного проектирования электрических машин. Методы оптимизации на базе моделирования эволюции живых организмов, таких как ГА, очень гибки и подходят для проектирования электрических машин.

Дальнейшее исследование предполагает включение метода конечных элементов в цикл алгоритма (блок 5 на рис. 1) для повышения точности проектирования.

Литература

1. Andersen, S. B. Evolution strategies and multi-objective optimization of permanent magnet motor / S. B. Andersen, I. F. Santos // Applied Soft Computing. – 2012. – № 2. – С. 778–792.
2. Нго Фьонг Ле. Эквивалентная схема магнитной цепи синхронного двигателя с инкорпорированными магнитами / Нго Фьонг Ле, Г. И. Гульков. – М. : Энергетика, 2015. – № 4. – С. 13–24.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОАО «РЕЧИЦАДРЕВ»

С. В. Пырх, Е. А. Пастерняк

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

Научный руководитель А. Г. Ус

Во время прохождения практики на предприятии ОАО «Речицадрев» мы провели его обследование и выявили ряд мероприятий по повышению энергоэффективности производства.

Все мероприятия по энергосбережению на предприятии можно классифицировать на следующие группы:

1. Система электроснабжения:

1.1. Отключение части малонагруженных трансформаторов и перевод нагрузки на оставшиеся в работе трансформаторы.

1.2. Оптимизировать эксплуатационные режимы системы электроснабжения:

1.2.1. Оптимизация графиков нагрузки узлов электроснабжения.

1.2.2. Компенсация реактивной мощности.

1.2.3. Регулирование напряжения в узлах системы электроснабжения.

1.3. Корректировка межремонтных периодов электрооборудования с учетом требуемой надежности снабжения.

2. Общепромышленные установки и здания:

2.1. Замена осветительных установок.

2.2. Установка систем автоматического управления освещения.

2.3. Установка частотных преобразователей.

3. Учетно-нормативная база:

3.1. Совершенствование технического учета энергии.

4. Специальные технологические установки:

4.1. Установка высокотехнологического оборудования.

5. Собственные источники энергии:

5.1. Установка мини-ТЭЦ, работающих на вторичных энергоресурсах.

5.2. Применение гелио- и ветроустановок.

Далее остановимся на этих задачах подробнее.

В ходе обследования предприятия мы выявили, что существует проблема с нерациональным использованием ресурсов трансформаторов, что ведет к большим потерям энергии. В ходе прошедшей модернизации предприятия частично эта проблема была решена. Мы рекомендуем продолжить решение этой проблемы, так как остались малозагруженные трансформаторы.

При переключении трансформаторов следует рассмотреть саму СЭС, есть ли возможность (линии) для этого переключения. И при ее отсутствии требуется спроектировать реконструкцию СЭС. Также нужно учитывать, что нагрузка должна быть передана с минимальными потерями и обеспечена достаточная надежность снабжения.

Как итог этого мероприятия возможна продажа выведенных из работы трансформаторов, что даст дополнительную выгоду для предприятия.

Задача оптимизации графиков нагрузки является очень важной, так как при ее решении можно добиться экономии денежных средств без дополнительных капиталовложений.

Проанализировав суточный график нагрузок предприятия, мы предлагаем предприятию сместить режим работы подразделений для выравнивая графика. Для анализа графика нагрузки использовалось специализированное программное обеспечение.

Анализ показал, что при сдвиге начала работы цеха ламинирования на 2 ч и вспомогательных подразделений на 0,5 ч, предприятие получит экономию денежных ресурсов за счет снижения заявленной мощности в размере 41,2 млн р.

На любом промышленном предприятии необходима КРМ, так как это позволяет в значительной мере снизить потери электроэнергии. Раньше этой задаче уделялось повышенное внимание. В нормативных актах указывался требуемый $\cos f$ или $\operatorname{tg} f$

(коэффициенты мощности), но из-за малой эффективности эта задача была заброшена. В настоящее время она почти не решается (в договорах с электроснабжающей организацией эти величины уже не указывают, что оставляет решение этой задачи на совести энергетика предприятия), что негативно сказывается на работе СЭС.

На нашем предприятии задача КРМ не решается. Мы предлагаем определить величину потребляемой предприятием реактивной мощности и установку устройств компенсации реактивной мощности для оптимального распределения ее по отдельным электроприемникам.

В нормативных документах сказано, что величина напряжения у потребителей должна находиться в пределах от 95 до 105 %, и существующие технологии позволяют поддерживать определенный уровень напряжения. Мы предлагаем провести исследование как он (уровень) влияет на разные электроприемники. В результате можно получить оптимальные значения напряжения для отдельных групп приемников, что позволит более эффективно их использовать.

В настоящее время существует общая система межремонтных периодов для отдельных видов оборудования. Она в малой мере учитывает загруженность и класс надежности электроснабжения. Мы предлагаем их скорректировать, что продлит эффективное время работы некоторого оборудования и надежность его работы.

В ходе обследования предприятия мы также выявили, что существует проблема с экономией электроэнергии в осветительных установках.

Мы предлагаем заменить устаревшие источники света на более новые с высокой световой отдачей.

Внутри помещения заменить:

1. Трубчатые люминесцентные лампы с галофосфорным люминофором и диаметром 40 мм (40, 60, 80 Вт) на лампы с трехкомпонентным люминофором и диаметром колбы 26 мм (36, 58 Вт), которые имеют примерно на 10 % большую световую отдачу.

2. Светильники с лампами ЛБ40 на светильники ИВ50-02 со светодиодными источниками света.

Также мы предлагаем заменить лампы в светильниках наружного освещения ДРЛ мощностью 250 и 125 Вт на светодиодные лампы ЛЦС мощностью 60 Вт.

В настоящее время на заводе ОАО «Речицадрев» отсутствует автоматическое управления наружным освещением.

С целью экономии электроэнергии на предприятии мы предлагаем внедрение одноканального программируемого астрономического реле типа PCZ-525 NEW. Данное реле обеспечивает коррекцию времени включения и выключения, ночной перерыв, установку независимых программ работы по дням недели.

Установка на предприятии астрономического реле позволит снизить время работы наружного освещения за счет более точного автоматического включения и отключения.

Применение данного реле обеспечивает сокращение годового времени работы наружного освещения на 180 ч.

Экономия электроэнергии от автоматизации управления наружным освещением по основной площадке предприятия составит 5,8 тыс. кВт · ч/год или 1,6 т у. т/год.

На предприятии для перекачки технической воды используется насос ЭЦВ5-6,3-160 с двигателем мощностью 110 кВт. Предлагаем установить частотно-регулируемый привод HitachiL300P.

Используя частотно-регулируемый привод, мы можем менять частоту вращения двигателя, что дает возможность более эффективно использовать двигатель.

Экономия достигается за счет увеличения КПД агрегата с 52 до 95 %.

Эффективность использования электроэнергии на предприятии в значительной степени зависит от организации технического учета, разработки норм расхода и контроля за их использованием.

Существующая система АСКУЭ на предприятии малоэффективна, так как дает только общее представление о расходе электроэнергии. Мы предлагаем расширить систему АСКУЭ путем установки приборов учета на отдельные приемники. Это даст более полное представление о расходе электроэнергии, что даст возможность вернее его нормировать.

Проведя поверхностный осмотр предприятия и паспортные данные оборудования, мы пришли к выводу что будет целесообразно заменить морально и физически устаревшее оборудование на более совершенное. Это приведет к уменьшению энерго затрат и увеличению выпускаемой продукции.

Так как на предприятии при его работе получается много отходов, которые можно использовать как вторичные энергоресурсы, целесообразна установка мини-ТЭЦ, которая будет работать на отходах и вырабатывать электроэнергию, что позволит экономить на электроэнергии.

Мы предлагаем установку гелио- и ветроустановок, так как у них низкая себестоимость электроэнергии, высокая экологическая безопасность, отсутствие вредных выбросов, простота в эксплуатации и полная либо частичная автономность, а также из-за того, что завод стоит на берегу Днепра и ветер там почти не прекращается, поэтому установка ветроустановок будет очень актуальна.

Таким образом, анализ предлагаемых задач по повышению эффективности СЭС и использованию электроэнергии обуславливает необходимость проведения реконструкции СЭС. Это также дает возможность повышения эффективности путем учета широкого спектра факторов в реконструкции СЭС.

РЕКУПЕРАТОР НА ОСНОВЕ ПАРОДИНАМИЧЕСКОГО ТЕРМОСИФОНА

А. В. Родин

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

Научный руководитель А. В. Шаповалов

В настоящее время уделяется большое внимание снижению потребления промышленными предприятиями тепловой и электрической энергии, повышению КПД промышленных установок, а также улучшению экологической обстановки.

Данная проблема решается путем возвращения части сбрасываемого тепла от технологических процессов обратно в производство.

Для утилизации тепла применяются рекуператоры различных конструкций. Но у каждого типа рекуператора есть свои недостатки, такие как:

- наличие движущихся элементов, которые потребляют электроэнергию;
- перетоки загрязненного теплоносителя в область с чистым теплоносителем;
- сложности при ремонте.

Все приведенные выше недостатки могут быть устранены путем применения рекуператоров на основе пародинамического термосифона. Внешний вид пародинамического термосифона представлен на рис. 1.

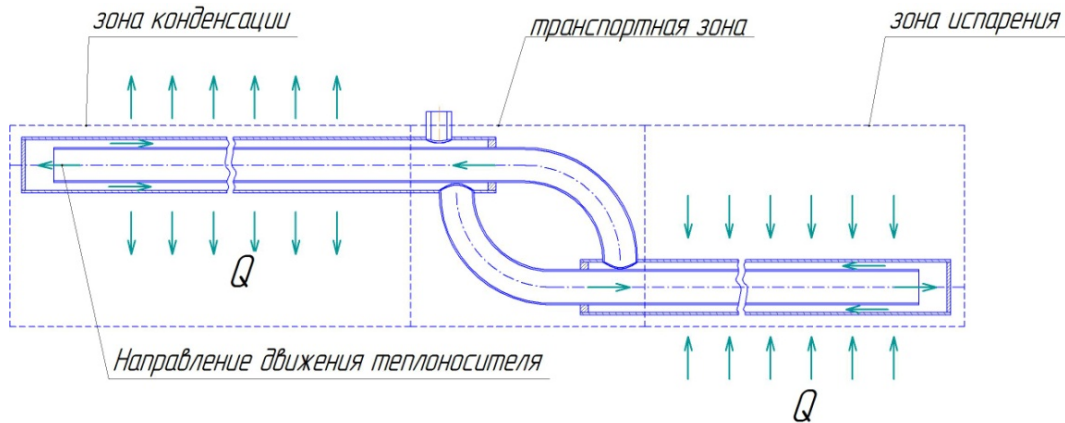


Рис. 1. Пародинамический термосифон

В качестве наружных труб термосифонов рекомендуем применять медные трубы внешним диаметром 15 мм с толщиной стенки 1 мм. Внутренние трубки желательно применять внешним диаметром 8 мм и толщиной стенки 1 мм. С такими размерами трубок обеспечивается кольцевой зазор, соизмеримый с размерами отрывного пузыря пара, что улучшает теплообмен при пузырьковом кипении. Каналы, по которым движется утилизируемый и нагреваемый теплоносители, должны быть максимально заполнены термосифонами по сечению. Рекомендуемый шаг расположения термосифонов 37 мм.

Возможны следующие схемы утилизации тепла с помощью рекуператоров на основе термосифонов:

1. Греющая среда – воздух, нагреваемая среда – воздух.

Такая схема может быть применена в системах вентиляции воздуха, где с помощью вытяжного воздуха можно подогревать приточный воздух. Также в качестве нагреваемой среды могут выступать дымовые газы.

2. Греющая среда – воздух, нагреваемая среда – жидкость.

Данная схема может быть реализована в случае, если нам необходимо подогреть небольшое количество жидкости по сравнению с объемом выбрасываемых газов. Либо в случае, когда жидкость выступает в качестве аккумулятора тепла.

3. Греющая среда – жидкость, нагреваемая среда – жидкость.

Может быть реализована, когда в качестве нагреваемой среды выступают сточные воды либо жидкость после технологических процессов, а нагреваемая жидкость используется в качестве низкопотенциального источника обогрева.

4. Греющая среда – жидкость, нагреваемая среда – воздух.

Такая схема возможна, но трудно реализуема. Примером может служить утилизация тепла сточных вод для дальнейшего нагрева воздуха, подаваемого на сгорание топлива.

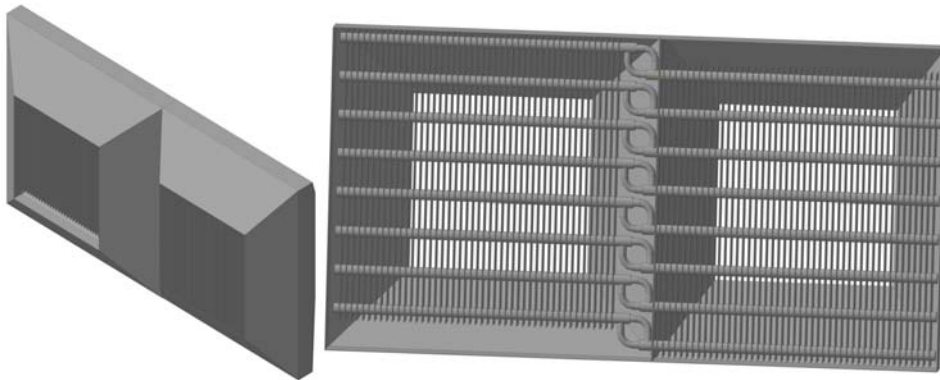


Рис. 2. Рекуператор по схеме «воздух»–«воздух»
(предназначен для установки в системах вентиляции)

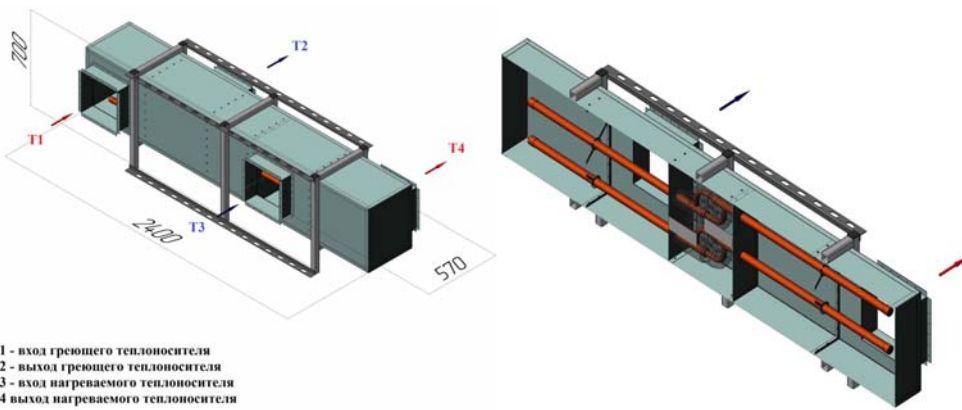


Рис. 3. Рекуператор по схеме «воздух»–«воздух». Предназначен
для утилизации технологических сред

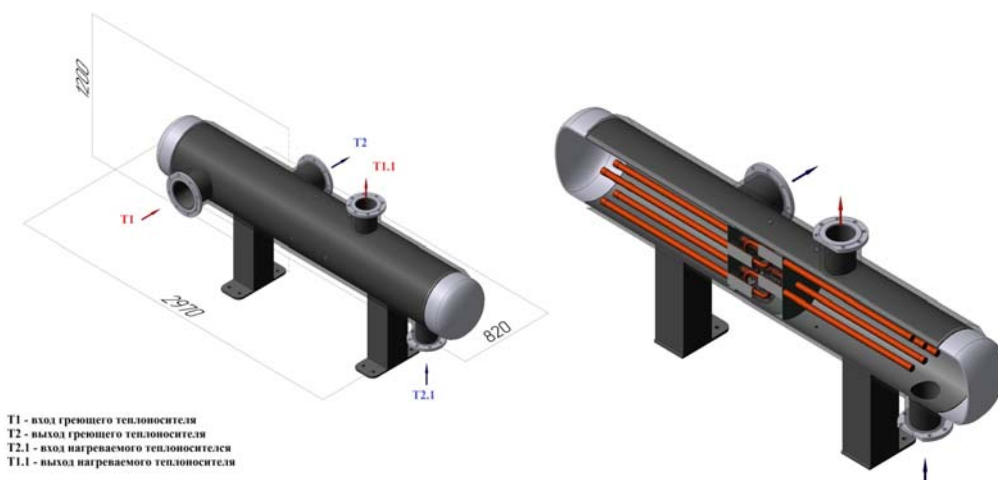


Рис. 4. Рекуператор по схеме «жидкость»–«жидкость», «воздух»–«жидкость»
и «жидкость»–«воздух»

ПЕРЕРАБОТКА ГАЛИТОВЫХ ОТВАЛОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Ю. А. Серооккий

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

Научный руководитель Е. М. Ходько,

Горно-химическая промышленность ОАО «Беларуськалий» оказывает значительное воздействие на окружающую природную среду. В районе складирования отходов калийного производства происходит засоление почв и подземных вод. Повышенное содержание хлоридов в почве, загрязненность атмосферы солевой пылью и токсичными газами отрицательно сказываются на урожае и качестве возделываемых сельскохозяйственных культур, особенно в радиусе до 1 км от рудоуправлений.

Отсутствие научно обоснованных рекомендаций по переработке галитовых отходов обусловило необходимость проведения соответствующих исследований.

Исследования проводили в 2014 г. совместно с О. Д. Врублевской под руководством А. Н. Шубина в Государственном учреждении образования «Гимназия № 2 г. Солигорска» Минской области на базе лаборатории физики. Цель исследований заключалась в определении возможности переработки галитовых отвалов методом электролиза и разработке эффективных направлений использования продуктов электролиза. Галитовый отвал характеризуется следующим химическими показателями, %: KCl – 2,57; NaCl – 95,19; MgCl₂ – 0,15; CaCl₂ – 0,20; CaSO₄ – 0,42; H_xO_x – 1,2 (отмытый продукт содержит NaCl менее 1,3 %).

Для приготовления раствора галитового отвала были взяты 200 г изучаемого образца и 400 мл воды. Исходя из расчета содержания в образце 3 % KCl и 95 % NaCl, соответственно, их массы составили 6 и 190 г. Изучив явления электролитической диссоциации водных растворов хлорида калия и хлорида натрия, были сделаны соответствующие физико-химические расчеты (см. таблицу).

Характеристики водных растворов KCl и NaCl

Параметры	Результаты
Масса взятого образца, кг	0,2
Масса KCl и NaCl, кг	006 0,19
Молярная масса KCl и NaCl, кг/моль	$74,5 \cdot 10^{-3}$ $58,5 \cdot 10^{-3}$
Количество молекул KCl и NaCl	$4,8 \cdot 10^{22}$ $19,5 \cdot 10^{23}$
Количество ионов K ⁺ и Cl ⁻ , Na ⁺ и Cl ⁻	$9,7 \cdot 10^{22}$ $39 \cdot 10^{23}$
Концентрация молекул KCl и NaCl, м ⁻³	$1,2 \cdot 10^{26}$ $4,9 \cdot 10^{27}$
Концентрация ионов, м ⁻³	$2,4 \cdot 10^{26}$ $9,8 \cdot 10^{27}$
Время электролиза, ч	24

Примечание. В числителе – результаты по KCl, в знаменателе – по NaCl.

При исследовании электролиза галитовых отвалов в качестве материала для электродов брался алюминий, железо, медь. При электролизе с применением алюминия в качестве катода и анода под действием электрического тока на электродах силой 0,8 А были получены следующие результаты. Алюминиевый анод полностью растворился: масса анода до исследований составляла $0,8 \cdot 10^{-3}$ кг. При взаимодействии катионов алюминия с ионами в получившейся в растворе щелочи образовался осадок в виде белого коллоидного вещества, представляющий собой смесь комплексных солей: $K_3[Al(OH)_6]$ и $K[Al(OH)_4]$, $Na_3[Al(OH)_6]$ и $Na[Al(OH)_4]$. Масса катода при электролизе уменьшилась на $0,11 \cdot 10^{-3}$ кг и составила $0,7 \cdot 10^{-3}$ кг. Раствор электролита после прохождения электрического тока оказался нейтральным. Масса исследуемого образца галитовых отвалов уменьшилась на 70 % и составила $62,1 \cdot 10^{-3}$ кг. Во время прохождения электрического тока через электролит на электродах выделялись газы: на катоде водород, на аноде хлор. Сбор газов проводился с помощью прибора Гофмана. Электролиз длился практически сутки – 24 ч, тогда как расчетное время электролиза составило 10,8 ч, что связано с присутствием в растворе ионов других солей.

В результате электролиза водного раствора галитового отвала при использовании катода и анода из железной проволоки были получены следующие результаты. Сила тока на электродах составила 0,5 А. Железный анод массой $1,7 \cdot 10^{-3}$ кг полностью растворился. Масса катода уменьшилась на 0,003 кг и составила $2,77 \cdot 10^{-3}$ кг. При прохождении электрического тока через электролит в растворе образовались щелочи (гидроксид калия и гидроксид натрия) и осадок оксида железа (III) бурого цвета. Водородный показатель pH раствора был равен 10. Масса образца составила $62,1 \cdot 10^{-3}$ кг. На электродах выделялись газы: водород (на катоде) и хлор (на аноде). Время электролиза составило 24 ч, расчетное — 17,24 ч.

Электролиз водного раствора галитового отвала, когда в качестве материала для электродов была взята медь, показал, что медь в качестве анода и катода подходит идеально. При исследовании масса анода и катода практически не изменилась и составила, соответственно, $2,9 \cdot 10^{-3}$ и $3,05 \cdot 10^{-3}$ кг (до электролиза масса анода была равна массе катода и составляла $3 \cdot 10^{-3}$ кг). Продукты электролиза – смесь щелочей (KOH и NaOH) и гидроксид меди в виде осадка оранжевого цвета. Величина pH раствора электролита была равна 12. Масса остатка галитового образца – $62,1 \cdot 10^{-3}$ кг. Во время прохождения электрического тока через электролит на катоде выделялся водород, на аноде – хлор. Время электролиза было равно расчетному времени и составило 172,4 ч.

Было выделено три направления промышленного использования продуктов электролиза водного раствора галитовых отвалов: продукты электролиза (осадки и остатки галитовых отвалов) использовать в качестве компонентов для производства тротуарной плитки; полученные в растворе щелочи использовать в качестве сырья для получения мыла; извлечение газов водорода и хлора с последующим промышленным использованием.

Предлагаем создать следующие предприятия по переработке галитовых отходов:

1. *Электрохимическое производство.* В составе основного оборудования могут использоваться электролизеры типа электрохимических реакторов, предназначенных для получения газов (водорода, хлора), металлов (меди, алюминия, магния и др.), неорганических продуктов (щелочей калия и натрия) и органических продуктов электролиза. Полученный хлор в дальнейшем может использоваться для очистки воды, водород – в производстве мыла.

2. *Предприятие по производству плитки тротуарной.* Основными компонентами плитки могут служить отходы электролиза (осадки и остатки), цемент и вода. Используя пластификаторы, можно улучшать физические свойства плитки.

3. *Мыловаренный завод.* В составе предприятия могут быть: цех по производству мыла туалетного, хозяйственного; цех по производству жидкого мыла и др. Основными компонентами для производства мыла могут быть щелочи, полученные в процессе электролиза галитовых отвалов, а также жировой фарш Солигорской птицефабрики.

Создание территориально-производственный комплекса в районе добычи и переработки сырья даст возможность получать значительный экономический, экологический и социальный эффекты. Будет решен важнейший вопрос формирования благоприятной экологической обстановки в районах размещения отходов производства.

Заключение. Добыча и переработка хлористого калия сопровождается образованием разнообразных отходов, которые оказывают заметное техногенное влияние на окружающую среду. В то же время отходы переработки могут рассматриваться в качестве потенциального сырья для повторного использования.

Исследования по переработке галитовых отходов методом электролиза показали, что оптимальный металл для проведения электролиза галитовых отвалов в водном растворе – медь. Продукты электролиза могут служить сырьем для получения тротуарной плитки, мыла, а также таких веществ, как водород и хлор.

Создание Солигорского территориально-производственного комплекса обеспечит рациональное использование природных и трудовых ресурсов на основе единой производственной и социальной инфраструктуры.

В целом переработка галитовых отходов методом электролиза вполне может относиться к природоохранным и ресурсосберегающим мероприятиям.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А. А. Скулимовский

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

Научный руководитель О. Г. Широков

В электрических системах гармоники приводят к возникновению различных проблем в системе: повышенные потери в компонентах системы; сбои в работе систем защиты и измерения; неисправности в системах связи, автоматизации и сбора данных; перегрузка провода нейтрали током третьей гармоники; резонансы между конденсаторами установок компенсации реактивной мощности и сетью (рис. 1).

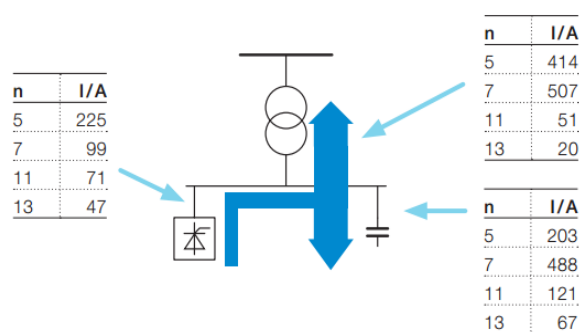


Рис. 1. Резонанс токов гармоник (усиление в 3...5 раз)

В случае резонанса ток, создаваемый источником гармоник, усиливается в параллельном резонансном контуре между блоком конденсаторов и индуктивностью сети. Усиленный ток гармоник еще больше искажает форму напряжения. Это снижает качество электропитания и повышает вероятность сбоев и отказов [1].

Искажения кривой напряжения приводят к сбоям в работе оборудования. В результате значительно снижаются качество и надежность работы систем автоматики, телемеханики и связи, значительно повышаются активные потери во всех элементах электрооборудования, происходит ускоренное старение изоляции электрооборудования, ухудшается качество работы систем сеточного и фазного управления вентилями и т. д. В большинстве случаев оказывается невозможным эффективное использование батарей статических конденсаторов, возникает необходимость применения фильтров высших гармоник.

Фильтры высших гармоник подразделяются на пассивные, активные и гибридные.

Пассивные силовые фильтры высших гармоник представляют собой LC- либо RLC-цепочки, настроенные на подавляемую гармонику и работающие как поглотитель, превращая ее в тепло, которое выделяется на индуктивности или емкости. RLC-цепочка служит как широкополосный фильтр и резистор, регулирует ширину диапазона подавления высших гармоник.

Различают несколько типов применяемых LC-фильтров (рис. 2). Узкополосные, одноконтурные фильтры (1) применяют и настраивают на резко выраженные гармоники, как правило, низких порядков 3, 5, 7. На высоких частотах применяют режекторные фильтры (2) меньшей добротности, при этом используют шунтирующее реактор сопротивление R . Применение режекторных фильтров позволяет нивелировать присутствие гармоник в широком спектре высоких частот. Комплексное применение узкополосных и широкополосных фильтровых цепочек в составе силовых фильтров гармоник (ФКУ) позволяет в полной мере очистить электрическую сеть от гармонических искажений, вызванных потребителем.

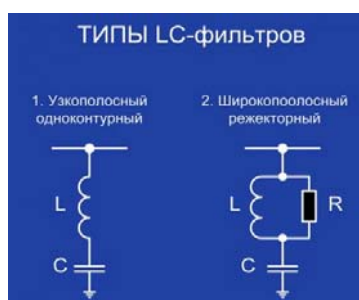


Рис. 2. Типы LC-фильтров

Экономически целесообразно применение фильтро-компенсирующих установок на напряжение 6(10) кВ в связи с тем, что высоковольтные потребители создают меньший спектр гармонических искажений (где сильно выражены 3, 5, 7 гармоники и в меньшей степени гармоники более высших порядков) по сравнению с низковольтными потребителями. Поэтому технически и экономически выгоднее реализовать схему фильтро-компенсирующего устройства, настроенную на одну (две, три) гармоники, чем на широкий спектр гармоник потребителей 0,4 кВ.

Недостатками пассивных фильтров являются значительные капитальные затраты на реактивные элементы, большие требуемые площади. Им свойственно сниже-

ние эффективности фильтрации при колебаниях частоты и температуры элементов схемы. Ограничение числа звеньев фильтра вызывает ухудшение фильтрации.

Помимо фильтрации гармоник фильтро-компенсирующие устройства выполняют компенсацию реактивной мощности потребителей на основной частоте (50 Гц).

Наряду с пассивными фильтрами, активные фильтры применяются для очистки напряжения и токов сети от гармоник, а также для сглаживания возмущений в системе. Потребность в их применении возникла с увеличением в сетях нелинейных нагрузок: схем с силовыми диодами и тиристорами, циклоконвертеров, регулируемого электропривода. Требования повышения качества электроэнергии растут вместе с масштабом применения электронных и микроэлектронных устройств в схемах управления и защиты сетей. Еще одна задача повышения качества электроэнергии – компенсация фликера воздействия потребителей с резкопеременной нагрузкой.

Активные фильтры гармоник (АФГ), также известные как динамические фильтро-компенсирующие устройства (ДФКУ) – это самое современное комплексное решение проблемы некачественной электроэнергии в сетях любых объектов, выражающейся в перегрузке трансформаторов, увеличении потерь мощности, ускоренном старении оборудования, ложных срабатываниях устройств защиты [2].

В активных фильтрах гармоник (рис. 3) установлены специальные IGBT – модули (IGBT – биполярный транзистор с изолированным затвором). Эти устройства полностью собраны на основе микросхем и не содержат подвижных частей.

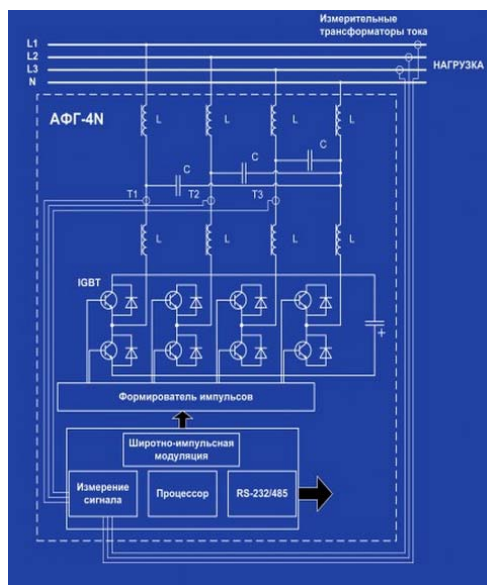


Рис. 3. Схема активного фильтра высших гармоник

Мост широтно-импульсной модуляции преобразователя на основе IGBT мгновенно реагирует на изменения в электросети и поддерживает заданный уровень подавления гармоник, даже несмотря на изменения амплитудных значений спектра гармонических искажений. Благодаря технологии быстрого преобразования Фурье, активный фильтр способен подавлять гармоники до 50-го порядка выборочно либо одновременно, на усмотрение пользователя, а также приводить в соответствие с ГОСТ другие параметры электроэнергии. Активные фильтры – это единственные устройства повышения качества электроэнергии, которые способны автоматически менять свои собственные характеристики при изменении параметров сети.

Результат: устранение тока нейтрали; дополнительная функция быстрой компенсации реактивной мощности; подавление всего спектра высших гармоник – полная очистка сети; одновременное устранение несимметрии напряжения по фазам; компенсация провалов и скачков напряжения, уменьшение фликер-эффекта; устранение перегрузки силового трансформатора; уменьшение потерь мощности; продление ресурса оборудования в сети; устранение ложных срабатываний устройств релейной защиты.

Недостатком АФГ является значительная установленная мощность, соизмеримая с мощностью нелинейной нагрузки, высшие гармоники (интергармоники) которой подлежат минимизации. Ограничивает применение чисто активных фильтров их высокая стоимость, определяемая большой мгновенной мощностью, необходимой для фильтрации. Чисто активные фильтры должны при этом выдавать полную мощность нелинейной нагрузки по максимальным величинам токов и напряжений.

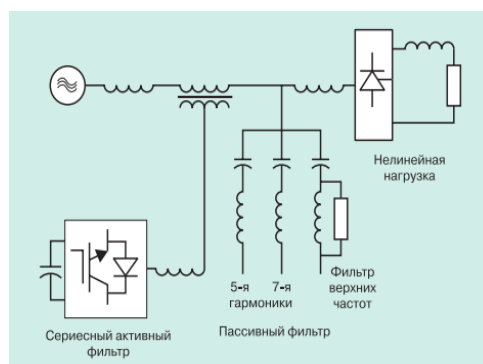


Рис. 4. Однолинейная схема гибридного фильтра последовательного типа

Основной недостаток пассивных фильтров – невозможность управления их параметрами при изменении режима работы нагрузки устраняется в гибридных за счет возможности управления реактивными параметрами с помощью активной части схемы. На рис. 4 представлена схема гибридного фильтра последовательного типа

Литература

1. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
2. Избранные вопросы несинусоидальных режимов в электрических сетях предприятий / И. В. Жежеленко [и др.] ; под ред. И. В. Жежеленко. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 296 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

А. А. Смахтин

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

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов является одной из важнейших проблем современности. Это определяется не только ростом потребности в различных видах энергии, но и тем, что по объему использования энергетических ресурсов мир приближается к предельному порогу.

При решении задач снижения энергопотребления следует обращать особое внимание на побочные (вторичные) энергоресурсы, выделяемые в ходе реализации различных технологических процессов.

На электромашиностроительных и промышленных предприятиях к таким вторичным ресурсам следует отнести в первую очередь электроэнергию, вырабатываемую при испытаниях электрических дизель-электрогенераторов. Особенно актуальным это является для предприятий, выпускающих передвижные электростанции, состоящие из приводного дизельного двигателя, электрического генератора, аппаратуры управления и представляющие собой готовые изделия для выработки электроэнергии.

ГОСТами 11828–86, 16556–81, 14965–80, ГОСТ Р 53178–2008, ГОСТ Р 53176–2008, ГОСТ Р ИСО 8528-1–2005 определены требования и методы испытаний, которым подвергаются установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Важнейшими из них являются испытания под нагрузкой, когда программа испытаний реализуется при моделировании различных нагрузочных воздействий, соответствующих реальным условиям использования данных автономных генераторов. В большей степени это касается резервных электростанций старых типов, количество которых достаточно велико.

Однако в настоящее время даже регламентные испытания под нагрузкой, за малым исключением, не выполняются. Это обусловлено техническими и организационными трудностями реализации нагрузок с заданными параметрами. Испытания проводятся на холостом ходу, в лучшем случае при нагружении на «жидкостной» реостат (рис. 1, а).

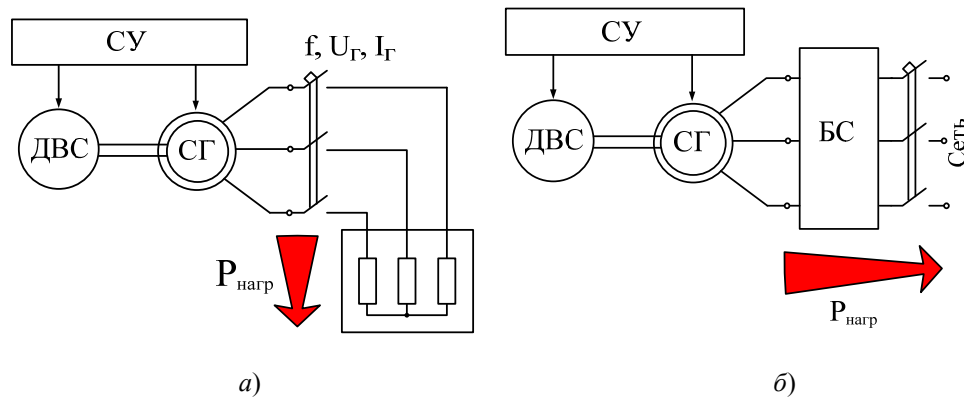


Рис. 1. Структурная схема при испытании дизель-генератора с помощью:
 а – «жидкостного» реостата; б – блока согласования (СУ – система управления;
 ДВС – двигатель внутреннего сгорания; СГ – синхронный генератор;
 f, U_G, I_G – частота, напряжение, ток генератора; $P_{\text{нагр}}$ – мощность нагрузки)

При проведении таких испытаний, присутствуют следующие недостатки:

- не проверяются устройства стабилизации частоты и величины напряжения генератора при переменной нагрузке, функционирование систем РЗА, АВР;
- закоксуется приводной дизельный двигатель;
- нагружение на «жидкостной» реостат обеспечивает только активный характер нагрузки, в то время как гораздо большее воздействие на выходное напряжение синхронного генератора оказывает активно-индуктивная нагрузка и к тому же такой режим испытаний является энергозатратным, что при постоянном росте цен на энергоресурсы, становится острой проблемой при испытаниях.

Поскольку потребитель по разным причинам не может создать для диагностики резервной электростанции ожидаемую нагрузку, ее можно смоделировать. Причем режим работы такой модели должен быть энергосберегающим, что в общем случае подразумевает рекуперацию вырабатываемой в процессе испытаний энергии в сеть.

Для решения этих задач необходимо устройство, моделирующее нагрузку в рамках конкретной резервной электростанции и создающее нагрузку в пределах ожидаемой вследствие чрезвычайной ситуации, обязателен энергосберегающий режим работы такого устройства. Реализовать вышесказанное можно, подключив резервную электростанцию к сети через блок согласования (БС) (рис. 1, б).

В простейшем случае БС представляет собой комплект контактов, замыкаемых после синхронизации генератора с сетью.

Прямое подключение генератора к сети с точки зрения диагностики не всегда эффективно, поскольку в этом случае можно получить только статические U-образные (рис. 2, а) и угловые характеристики (рис. 2, б) и по ним лишь косвенно оценивать работу систем управления и функционирование элементов резервной электростанции (дизель-генератора).

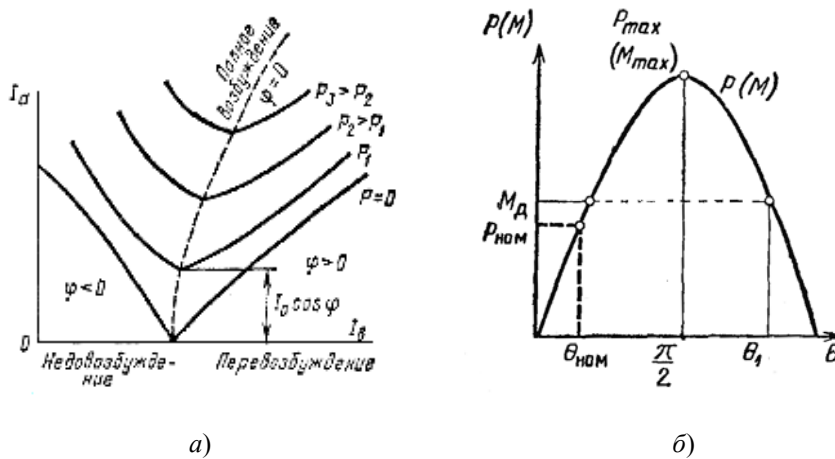


Рис. 2. Характеристики неявнополюсного синхронного генератора:
а – U-образные характеристики; б – угловые характеристики

Наиболее предпочтительнее в этом отношении являются системы с блоком согласования, выполненным по схеме вентильного каскада (ВК), в котором мостовой выпрямитель *UZ* подключен к обмоткам статора синхронного двигателя, и регулируемый инвертор *UF*, подключенный к сети (рис. 3). С помощью ВК можно моделировать как статические, так и динамические нагрузки.

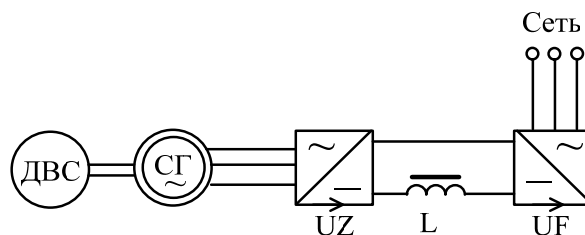


Рис. 3. Принципиальная схема стенда нагружающего устройства на основе вентильного каскада

В вентильном каскаде в зависимости от параметров, предъявляемых к нагрузочному устройству, может использоваться неуправляемый или управляемый выпрямитель UZ .

Использование нагрузочного устройства по схеме ВК отвечает всем требованиям регламента испытаний и при этом является энергосберегающим.

К недостаткам предложенного БС на основе вентильного каскада относится то, что ток в фазах обмотки якоря является несинусоидальным. Высшие гармонические тока якоря создают дополнительные электрические потери в проводниках обмотки якоря (из-за явления вытеснения тока), увеличивая на 5–8 % основные электрические потери в ней. Дополнительные магнитные потери в стали магнитопровода, появляющиеся от высших гармонических поля, невелики. При достаточно мощной сети высшие гармоники тока практически не повлияют на нее, но при малой мощности сети необходимо предусматривать фильтрокомпенсирующие устройства.

При использовании БС с вентильным каскадом массогабаритные показатели увеличиваются, однако испытательную установку можно выполнить мобильной. Это дает возможность испытывать стационарные дизель-генераторные станции независимо от места их установки и тем самым снизить срок окупаемости данного испытательного устройства.

Блок согласования на основе вентильного каскада способен обеспечить статическую и динамическую нагрузку резервной электростанции в соответствии с регламентом и при этом позволяет осуществить рекуперацию энергии, вырабатываемой дизель-генератором в сеть.

Литература

1. Брускин, Д. Э. Электрические машины и микромашины : учеб. для электротехн. специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зохорович, В. С. Хвостов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 528 с.
2. Штерн, В. И. Дизель-генераторы переменного тока напряжение до 400 В / В. И. Штерн, А. А. Самойлов. – М. : Энергия, 1972. – 104 с.
3. Алябьев, В. Н. Об испытаниях электроагрегатов по энергосберегающей технологии / В. Н. Алябьев, О. М. Рыбалкин, В. В. Шевяков. – Курск. политехн. ин-т. – Курск, 2011. – Деп. в ВИНТИ, № 691 в 2011.

ВЛИЯНИЕ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ И СВЕТОДИОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

О. Д. Широкова

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

Научный руководитель А. В. Козлов

Целью исследования является определение влияния провалов напряжения на люминесцентные и светодиодные источники света.

Объектами исследования влияния провалов напряжения являлись компактная люминесцентная лампа Osram duluxstar 8W и светодиодный светильник ИКАР 03.

С помощью устройства, моделирующего сетевые провалы напряжения, изображенного на рис. 1 [1], в цепи питания люминесцентной лампы Osram duluxstar 8W и светодиодного светильника ИКАР 03 создавались провалы напряжения глубиной $\delta U_{\text{п}} = 30 \%$ и различной длительности $\Delta t_{\text{п}}$. Установка для исследования влияния провалов напряжения на люминесцентные и светодиодные источники света представле-

на на рис. 2. Осциллограммы напряжения и тока при провалах напряжения по цепи питания лампы Osram duluxstar 8W представлены на рис. 3, светодиодного светильника ИКАР 03 – на рис. 4.

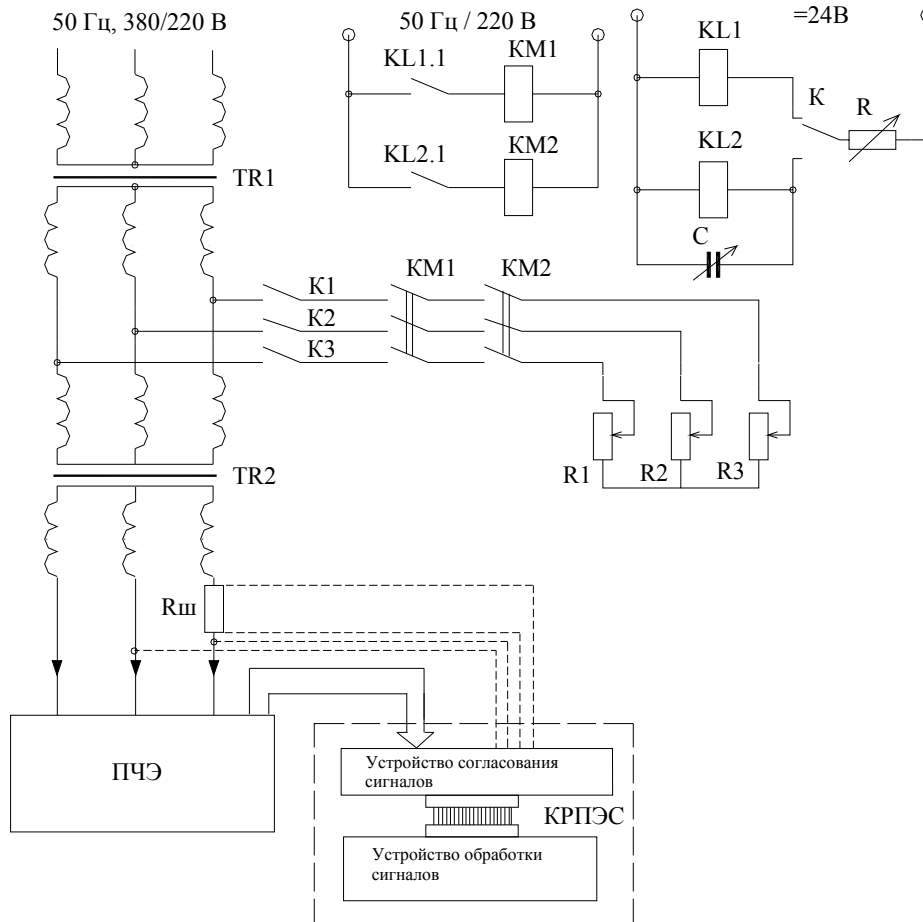


Рис. 1. Схема устройства моделирующего сетевые провалы напряжения



Рис. 2. Установка для исследования влияния провалов напряжения на люминесцентные и светодиодные источники света

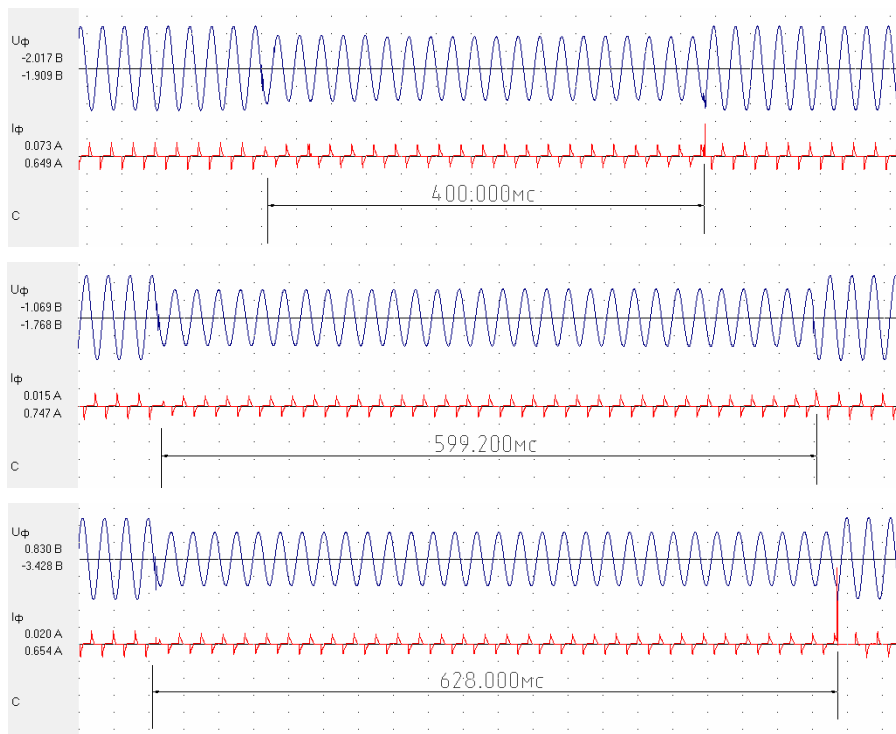


Рис. 3. Провалы напряжения $\delta U_{\text{п}} = 30\%$ на выводах люминесцентной лампы Osram duluxstar 8W

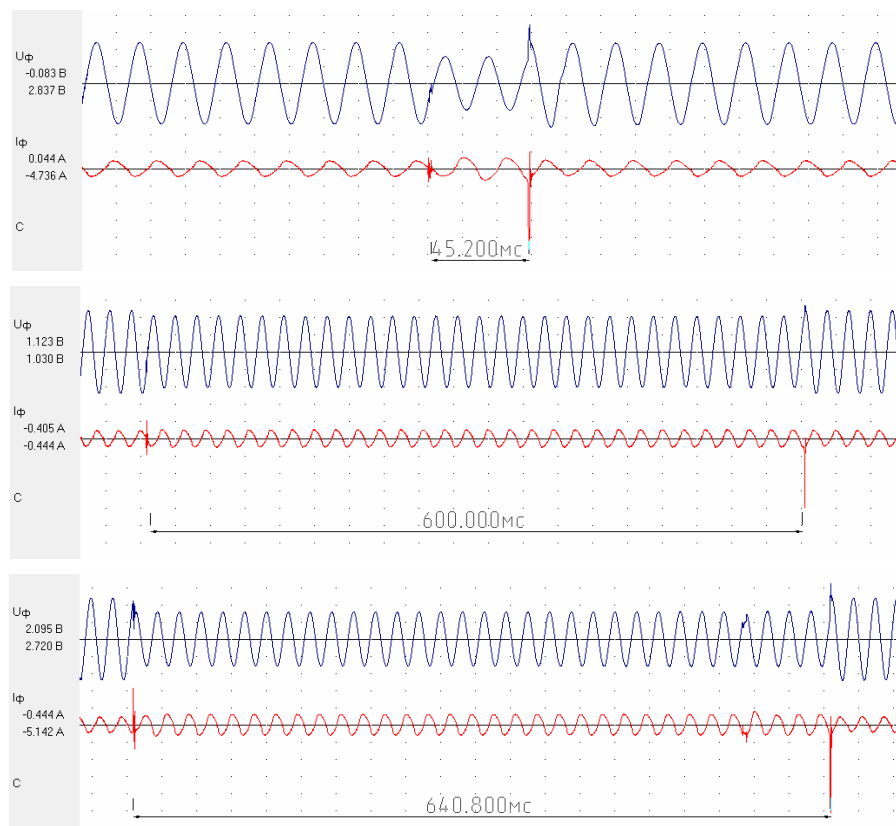


Рис. 4. Провалы напряжения $\delta U_{\text{п}} = 30\%$ на выводах светодиодного светильника ИКАР 03

Очевидно, что при воздействии на лампу Osram duluxstar 8W и светодиодный светильник ИКАР 03 провалов напряжения глубиной $\delta U_{\text{п}} = 30\%$ и длительностью $\Delta t_{\text{п}}$, превышающей 25 периодов основной частоты, работоспособность указанных источников света соответствовала критерию качества функционирования S [2], при этом погасания ламп не происходило.

Литература

1. Широков, Г. О. Исследование влияний провалов напряжения на работу тиристорного электропривода постоянного тока SSD / О. Г. Широков // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2004 – № 3 – С. 23–24.
2. ГОСТ 30883–2002 (МЭК 61547:1995). Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоустойчивость светового оборудования общего назначения. Требования и методы испытаний.

ОЦЕНКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ОТ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ЭЛЕМЕНТАХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Н. И. Степанкин

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

Научный руководитель О. Г. Широков

Исследование влияния высших гармонических составляющих тока и напряжения на основные элементы систем электроснабжения является актуальной задачей [1], [3], [8] [15]–[17]. В результате анализа этих работ можно сделать следующий вывод: основными формами воздействия высших гармоник на элементы системы электроснабжения являются:

- увеличение токов и напряжений гармоник вследствие резонанса;
- снижение эффективности процессов генерации передачи и использование электроэнергии вследствие дополнительных потерь;
- ускоренное старение изоляции электрооборудования;
- ложная работа устройств релейной защиты и автоматики;
- помехи в сетях телемеханики;
- дополнительная погрешность при учете электрической энергии и так далее.

Ввиду чрезвычайной важности снижения потерь электроэнергии актуальной является задача оценки дополнительных потерь мощности в основных элементах системы электроснабжения от высших гармоник. Зная величину этих потерь, можно определиться со способом их снижения: будь то организационные мероприятия либо, если их недостаточно, применение специальных технических средств, снижающих уровень гармоник.

Рассмотрим методы оценки дополнительных потерь в элементах ЭЭС от высших гармоник тока и напряжения в различных элементах системы электроснабжения.

Линия электропередачи (ЛЭП), так же как и силовые трансформаторы, является составным элементом электрических сетей. Дополнительные потери активной мощности в ЛЭП вызваны протеканием токов высших гармоник:

$$P_{\Sigma v} = 3 \sum_v I_v^2 R_v k_{rv}, \quad (1)$$

где ν – номер гармоники; n – число учитывающих гармоник; I_ν – ток ν -й гармоники; R_i – активное сопротивление линии на основной частоте; $k_{r\nu}$ – коэффициент, учитывающий влияние поверхностного эффекта, как правило, его принимают равным $k_{r\nu} = 0,47\sqrt{\nu}$.

Ряд авторов в своих работах уделили значительное внимание уточнению параметров линий электропередачи в расчетных схемах замещения на частотах высших гармоник. Следует отметить работу [10], где опытным путем исследуется влияние высших гармоник на активное и реактивное сопротивление проводов марок АС и АСО, а также кабелей 6–12 кВ различного сечения. В соответствии с этим исследованием удельное активное сопротивление проводника на частоте ν -й гармоники равно:

$$r_{0\nu} = r_0(k_{\Pi\nu} + k_{0\nu}), \quad (2)$$

где r_0 – удельное сопротивление проводника постоянному току (с учетом температуры); $k_{\Pi\nu}$ – коэффициент, учитывающий явление поверхностного эффекта ν -й гармоники и равный: $k_{\Pi\nu} = 0,021\sqrt{f}$ – для меди и $k_{\Pi\nu} = 0,01635\sqrt{f}$ – для алюминия [10]. Коэффициент $k_{0\nu}$ учитывает эффект близости для ν -й гармоники и определяется:

$$r_{0\nu} = \frac{(1,18 + k_{\Pi\nu})}{(k_{\Pi\nu} + 0,27)} \left(\frac{d^2}{a^2} \right), \quad (3)$$

где d – диаметр жилы проводника, мм; a – расстояние между центрами жил, мм.

Что касается эффекта близости, то его обязательно нужно учитывать для кабельных линий. Для воздушных линий, если $a > 50$ мм, эффект близости предлагается не учитывать [10] и выражение для расчета потерь от высших гармоник в ЛЭП примет вид:

$$P_{\Sigma\nu} = 3 \sum I_\nu^2 r_0 (k_{\Pi\nu} + k_{0\nu}). \quad (4)$$

Дополнительные потери в электрических машинах разделяются на основные и дополнительные [5]. Основные потери обусловлены основными электромагнитными и механическими процессами, происходящими в машине. К этим потерям относятся потери в меди обмоток и в активной стали от основного потока мощности, а также механические потери.

Метод определения дополнительных потерь от высших гармоник $\Delta P_{r\nu}$ по кривым, на которых представлены отношения потерь $\Delta P_{\text{дв}}$ при напряжении, равном 1 % напряжения основной частоты к суммарным минимальным потерям $\Delta P_{\text{ном}}$, достаточно прост в использовании [6]. Потери на частотах гармоник выше 13-й весьма малы, и ими можно пренебречь. Это справедливо для тех систем, в которых амплитуда напряжения высших гармоник уменьшается при увеличении порядка высших гармоник. Однако при наличии в системе мощных источников тока высших гармоник или резонансных условий на гармониках более высокого порядка (вплоть до 40-й) могут наблюдаться очень большие значения гармоник напряжения с порядком выше 13-го [7].

Метод, предложенный в [10], позволяет оценить дополнительные потери в синхронных двигателях от высших гармоник ΔP_{rv} :

$$P_v = \sum_{v=2}^n \Delta P_M(v) + \sum_{v=2}^n \Delta P_{ст}(v) + \sum_{v=2}^n \Delta P_n(v), \quad (5)$$

где $\sum_{v=2}^n \Delta P_M(v)$ – дополнительные потери в меди; $\sum_{v=2}^n \Delta P_{ст}(v)$ – дополнительные потери в стали; $\sum_{v=2}^n \Delta P_n(v)$ – мощность, идущая на преодоление тормозного момента.

Дополнительные потери в меди определяются как [10]:

$$\sum_{v=2}^n P_M(v) = I_v^2 \Delta P_x \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right) \frac{\sqrt{v} + k' \sqrt{v \pm 1}}{v^2}, \quad (6)$$

где I_n – кратность пускового тока при номинально напряжении основной частоты; ΔP_k – потери короткого замыкания; U_v – действующее значение v -й гармоники; $k' = \frac{R_{2\phi}}{R_1}$ – соотношение эквивалентного сопротивления ротора к сопротивлению статора. Знак «+» в подкоренном выражении соответствует симметричным составляющим гармоник, вращающихся против вращения поля основной гармоники, знак «-» – симметричным составляющим гармоник, создающих поля, вращение которых совпадает с вращением поля основной гармоники.

Дополнительные потери в стали определяются [10]:

$$\sum_{v=2}^n \Delta P_{ст}(v) = \Delta P_{ст.ном} \sum \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 \frac{1}{v^{0.7}}, \quad (7)$$

где $\Delta P_{ст.ном}$ – номинальные потери в стали двигателя при номинальном напряжении U_v .

Мощность для определения тормозного момента [10]:

$$\sum_{v=2}^n \Delta P_M(v) = \Delta P_{ном} \sum \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 \frac{1}{v^2 \sqrt{v \pm 1}} \left(\frac{M_{п}}{M_{ном}} \right), \quad (8)$$

где $M_{п}$ и $M_{ном}$ – пусковой и номинальный моменты синхронного двигателя.

Дополнительные потери асинхронных двигателей, обусловленные несинусоидальностью, определяются из выражения [11], [12]:

$$\sum_{v=2}^n \Delta P_{\sum v} = \Delta P_{м1.ном} I_v^2 \sum \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 \frac{\sqrt{v} + \sqrt{v \pm 1}}{v^2}, \quad (9)$$

где $\Delta P_{м1.ном}$ – потери в меди статора при номинальном токе основной частоты; знак «+» под знаком корня соответствует симметричным составляющим гармоник, создающим поля вращения, встречные полю основной гармоники, а знак «-» – попутные.

Применение этой формулы для расчета результирующих дополнительных потерь активной мощности в системах электроснабжения с большим количеством АД затруднено [12]. В связи с этим целесообразно получить более простое выражение для таких расчетов. Коэффициент, учитывающий параметры асинхронного двигателя, обозначим $k_{\text{АД}}$:

$$k_{\text{АД}} = \frac{\Delta P_{\text{м1.ном}} I_v^2}{P_{\text{ном}}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная активная мощность двигателя.

При этом

$$\Delta P_{\text{м1.ном}} = m_t I_t^2 R_t, \quad (11)$$

где m_t – число фаз; R_t – активное сопротивление статорной обмотки, на основной частоте Ом.

$$I_t = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (12)$$

где $\cos \varphi$ – номинальный коэффициент мощности; η – КПД двигателя.

Тогда, с учетом (11) и (12), выражение (10) примет вид:

$$k_{\text{АД}} = \frac{r_t I_t}{\cos \varphi}, \quad (13)$$

где r_t – активное сопротивление статорной обмотки, на основной частоте, о. е.

В результате получаем выражение для расчета дополнительных потерь от высших гармоник в асинхронных двигателях:

$$P_{\sum v} = k_{\text{АД}} P_{\text{ном}} \sum_{v=2}^n \left(\frac{U_v}{U_{\text{ном}}} \right)^2 \frac{\sqrt{v} + \sqrt{v \pm 1}}{v^2}. \quad (14)$$

Литература

1. Аррилага, Дж. Гармоники в электрических системах : пер. с англ. / Дж. Аррилага, Д. Брэдли, П. Боджер. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
2. Васютинский, С. Б. Вопросы теории и расчета трансформаторов / С. Б. Васютинский. – Л. : Энергия, 1970 – 432 с.
3. Гидалевич, Е. Д. Упрощенный расчет мощности потерь в косинусных конденсаторах при несинусоидальном напряжении / Е. Д. Гидалевич // Пром. энергетика. – 1990. – № 7. – С. 24–30.
4. Высшие гармоники в сетях электроснабжения 0,4 кВ / О. Григорьев [и др.] // Новости электротехники. – 2002. – № 6 (18). – Режим доступа: http://www.news.elteh.ru/arh/2003/18_19/14.php.
5. Данилевич, Я. Б. Добавочные потери в электрических машинах / Я. Б. Данилевич, Э. Г. Кашарский. – М. : Госэнергоиздат, 1963. – 164 с.
6. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – М. : Энергоатомиздат. – 2000. – 192 с.

7. Исследование электрической сети Братского алюминиевого завода, анализ гармонических составляющих, выработка технического задания по улучшению качества электроэнергии : отчет о НИР по г/б теме № 2205010, УДК 621.311.004.12 (047.2) ; гос. рег. № 01200116049 / рук. И. И. Карташаев, 2000.
8. Силовые электрические конденсаторы / Г. С. Кучинский [и др.]. – М. : Энергия, 1975. – 248 с.
9. Маньяин, Э. А. Потери на вихревые токи в обмотках трансформаторов при несинусоидальном токе / Э. А. Маньяин // Электричество. – 1955. – № 12. – С. 48–52.
10. Семичевский, П. И. Методика расчета дополнительных потерь активной мощности и электроэнергии в элементах систем электроснабжения промышленных предприятий, обусловленные высшими гармониками : автореф. ... дис. канд. техн. наук / П. И. Семичевский. – М., 1978. – 206 с.
11. Церазов, А. Л. Исследование влияний несимметрии и несинусоидальности напряжения на работу асинхронных двигателей / А. Л. Церазов, Н. И. Якименко. – М. : Госэнергоиздат, 1963 – 120 с.
12. Шидловский, А. К. Повышение качества энергии в электрических сетях / А. К. Шидловский, В. Г. Кузнецов. – Киев : Наук. думка. 1985. – 268 с.
13. IEEE Std 519 – 1992 IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System, 1992.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПРУЖИН

И. В. Шашков

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

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

В подавляющем большинстве современных устройств и механизмов различных сфер жизнедеятельности человека используются пружины различных типов, роль которых весьма разнообразна.

Надежность и качество работы таких механизмов существенно зависит от прочности пружин и надежности их работы. Определить соответствие качества пружин условиям их эксплуатации при переменных нагрузках позволяют динамические испытания.

Известен ряд стендов динамических испытаний пружин, построенных на основе использования различных механических преобразователей вида движения, что увеличивает их материалоемкость и ведет к росту потерь энергии.

Например, в Ижевском механическом институте созданы три разновидности стендов для испытания цилиндрических пружин на многократно повторную нагрузку. Преобразование движения в них осуществляется за счет кривошипно-кулисного, кривошипно-шатунного или кривошипно-эксцентриккового механизмов.

Известны гидравлические вибростенды, обладающие очень низким КПД. Например, в Республиканском конструкторском унитарном предприятии «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» имеется стендовый комплекс, который оснащен оборудованием, позволяющим производить испытания, начиная от образцов материалов, различных узлов, в том числе и пружин, и заканчивая испытаниями полнокомплектных машин. Имеются и специальные вибростенды на основе эксцентрикковых механизмов, которые используются для проведения динамических испытаний пружин. Эти стенды состоят из асинхронного двигателя, насоса, гидромотора и эксцентриккового механизма. Поскольку механическое возвратно-поступательное движение рабочего органа получается путем неоднократного преобразования вида энергии: электрическая – кинетическая вращающегося вала асинхронного двигателя (АД) – потенциальная сжатой жидкости насоса – кинетическая вращающегося вала гидрона-

сосо – кинетическая возвратно-поступательного движения рабочего органа, то данный стенд является не только очень энерго- и материалоемким, но и обладает низким запасом надежности.

В сложившейся ситуации возникает актуальная необходимость создания стенда для испытания пружин, экономичного как с точки зрения материалоемкости, так и энергопотребления.

Одной из таких возможностей является создание нового класса испытательных стендов пружин на базе автоколебательной электромеханической системы.

Известно, что незатухающий автоколебательный режим возникает в консервативной паре «масса – упругость», если в процессе колебаний диссипативные силы компенсируются силами подпитки с нелинейной характеристикой. Данный подход можно реализовать в электромеханической системе «однофазный асинхронный двигатель – пружина». Здесь испытываемая пружина крепится непосредственно к валу АД вращательного движения или к бегуну линейного асинхронного двигателя (ЛАД), которые выступают в роли источников, компенсирующих диссипативные силы нагрузки. Причем однофазное электропитание дает требуемую нелинейную (Z -образную) механическую характеристику двигателя для компенсации сил диссипации.

Таким образом, идея предлагаемого принципа построения заключается в создании автоколебательного стенда на базе электромеханической системы «однофазный асинхронный двигатель – пружина», где для получения автоколебаний не надо специально создавать консервативную пару, поскольку она возникает естественным образом в виде «масса бегуна линейного или момент инерции ротора асинхронного электродвигателя – упругость испытываемой пружины».

Актуальность и эффективность данного предложения становится очевидной, если учесть, что такой подход обеспечивает ресурсосбережение за счет существенного снижения материалоемкости стенда и уменьшения энергопотребления.

На кафедре «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» создан опытный образец стенда испытаний пружин для изучения особенностей его работы (рис. 1).

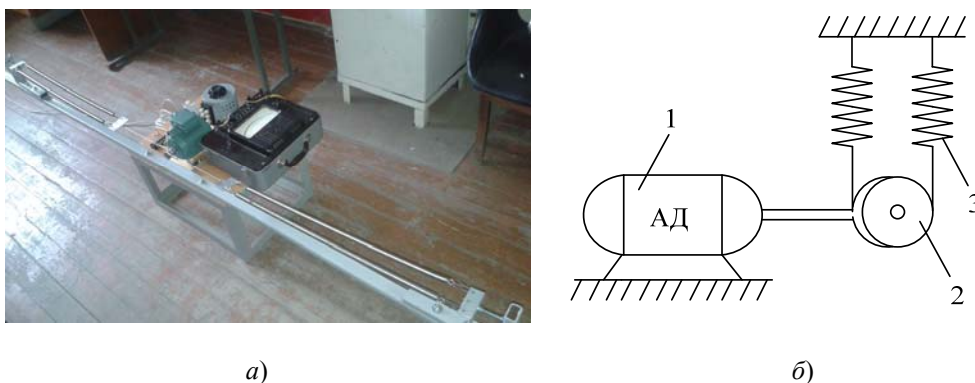


Рис. 1. Опытный образец стенда для испытания пружин:
 а – фото стенда; б – функциональная схема установки (1 – асинхронный электродвигатель; 2 – шкив; 3 – пружина)

Экспериментальная установка представляет собой трехфазный асинхронный электродвигатель, закрепленный на станине. На вал двигателя насажен шкив. Пружины растяжения одним концом крепятся к неподвижному основанию, а вторым концом через гибкий металлический трос – к шкиву. Для регулирования напряжения питания

двигателя стенд был оборудован лабораторным автотрансформатором типа ЛАТР-2М с диапазоном регулирования 0–250 В. Для измерения параметров работы АД в автоколебательном режиме стенд имеет ряд приборов. Для измерения параметров электропотребления используется комбинированный прибор Д522 с пределами измерения: по току – 0,1–50 А, по напряжению – 100–600 В. Для измерения фазных токов, протекающих в обмотках трехфазного асинхронного электродвигателя, имеются клещи токоизмерительные УТВ3201. Для измерения частоты вращения вала применялся бесконтактный оптический тахометр ДО-03-02. Для измерения фазных токов и напряжений использовали клещи токоизмерительные УТВ3201. Для измерения частоты вращения вала применялся бесконтактный оптический тахометр ДО-03-02.

Для работы в автоколебательном режиме двигатель подключают к сети по одной из схем однофазного включения [1]. В этом случае механическая характеристика асинхронного двигателя получается Z-образной, симметричной относительно начала координат. Экспериментально были исследованы возможные схемы включения двигателя и выбрана оптимальная (рис. 2).

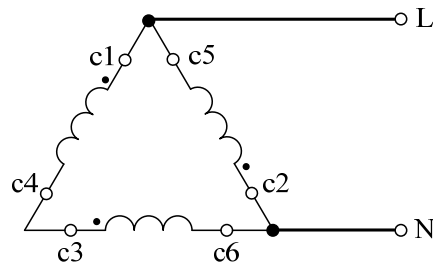


Рис. 2. Схема соединения обмоток трехфазного асинхронного электродвигателя при подключении к однофазной сети

При данной схеме включения потери мощности в двигателе наименьшие, скорость вращения вала двигателя при работе от однофазной сети наибольшая, возможный диапазон регулирования напряжения также наибольший.

В результате проведенных экспериментов были получены зависимости параметров колебательного движения (амплитуда и частота колебаний) от параметров электропитания (напряжения на обмотках двигателя) и нагрузки (жесткости пружин); а также энергетические параметры работы трехфазного асинхронного электродвигателя в автоколебательном режиме (потребляемую из сети активную мощность, КПД, значение силы тока и т. д.).

По результатам проведенных измерений и дополнительных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Частота колебаний не зависит от изменения напряжения питания двигателя.
2. Частота колебаний вала двигателя зависит от количества пружин, присоединенных к валу, с увеличением суммарной жесткости пружин частота колебаний увеличивается.
3. Амплитуда колебаний увеличивается с ростом напряжения питания двигателя.
4. С увеличением количества пружин, прикрепленных к валу двигателя, амплитуда колебаний вала уменьшается.
5. Частота и амплитуда колебаний зависят от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети.

6. В зависимости от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети двигатель в автоколебательном режиме может работать как на неустойчивой части механической характеристики, так и с «забеганием» рабочей точки в генераторный режим.

7. Двигатель потребляет из сети значительно меньше мощности, чем это требуется для растяжения пружин. Это говорит о том, что двигатель в рассматриваемой автоколебательной системе служит только для компенсации потерь мощности. Возвратно-поступательное (возвратно-вращательное) движение происходит за счет создания механического колебательного контура «масса – упругость» и сообщения данной системе начальной энергии – кинетической – в виде начальной скорости вращения вала двигателя (провернули вал) или потенциальной – в виде начального растяжения пружины.

Литература

1. Торопцев, Н. Д. Трехфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором / Н. Д. Торопцев. – М. : НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 72 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ИСПЫТАНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Р. Г. Шелкунов

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

Научный руководитель В. С. Захаренко

В данный момент на кафедре «Автоматизированный электропривод» в рамках договора «Разработка, изготовление и поставка системы управления для станции испытания ТЭД» № 785-15 от 09.12.2015 г. с УО «БелГУТ» выполняются работы по разработке системы управления для стенда испытания двигателей постоянного тока последовательного возбуждения. Стенд построен по принципу взаимной нагрузки. В данный момент в агрегате стенда восполнение потерь предусмотрено электрически от линейного генератора (машина постоянного тока независимого возбуждения). Управление режимами производится регулированием возбуждения линейного генератора и вольтодобавочной машины при питании их обмоток возбуждения от электромашинных агрегатов «двигатель–генератор». Такое построение является неэффективным с точки зрения потерь в узлах стенда. При выполнении системы управления предполагается управлять возбуждением линейного генератора и вольтодобавочной машины от тиристорных преобразователей. Рассматривается также возможность замены линейного генератора на тиристорный преобразователь. Упрощенная схема силовой части стенда для случая сохранения вольтодобавочной машины представлена на рис. 1.

В связи с вышеперечисленным возникает необходимость проведения исследований использования тиристорных преобразователей в агрегате стенда. Специфика вызвана применением двигателей последовательного возбуждения, а также влиянием параметров силовых цепей на режим прерывистого тока, необходимостью определения возможности использования преобразователей с отдельным управлением комплектами тиристорных. Для проведения исследований вариантов модернизации

станда и дальнейшей проработки структуры системы управления стандом была поставлена задача построения имитационной модели силовой части станда с учетом работы тиристорных преобразователей.

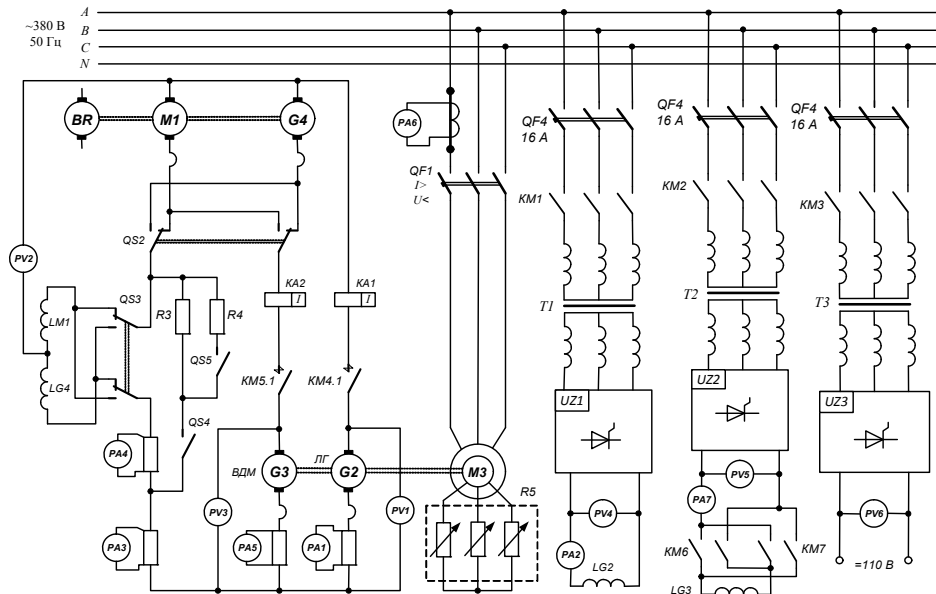


Рис. 1. Упрощенная схема силовой части станда:

M1, G4 – испытываемые машины; G2 – линейный генератор; G3 – вольтодобавочная машина; M3 – приводной двигатель; UZ1, UZ2 – тиристорные преобразователи питания обмоток возбуждения линейного генератора и вольтодобавочной машины; UZ3 – тиристорный преобразователь питания цепей управления

В данный момент разработана имитационная модель силовой части станда для случая замены линейного генератора тиристорным преобразователем. Определены параметры ветвей силовой части станда. Вольтодобавочная машина в данный момент упрощенно представлена идеальным источником ЭДС. Схема, собранная в Matlab Simulink, представлена на рис. 2.

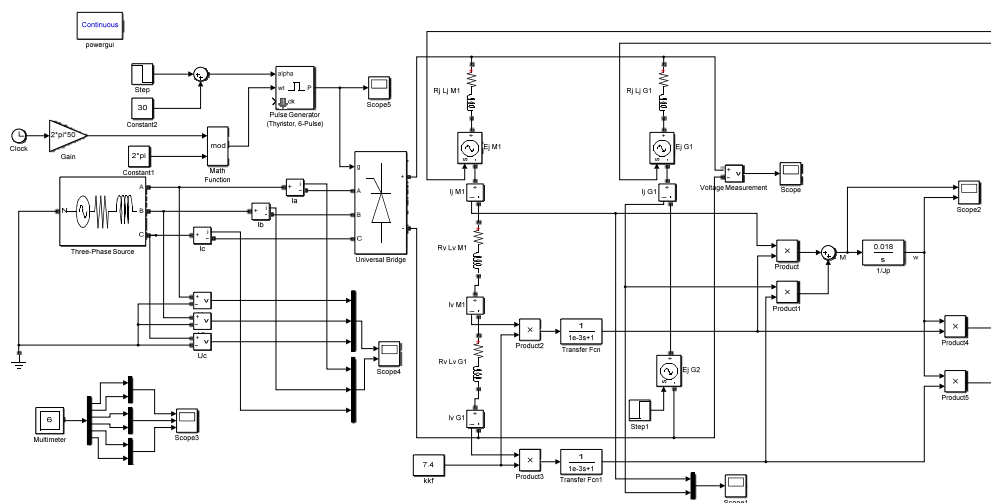


Рис. 2. Модель силовой части станда

Тиристорный преобразователь представлен блоками «Universal Bridge» и «Pulse Generator» с целью учета процессов коммутации в преобразователе. Якорные цепи машин представлены как RL-ветви и управляемые источники ЭДС, учитывающие ЭДС якоря $e_{я}$, которые вычисляются как произведение магнитных потоков машин, конструктивных постоянных и скорости вращения. Такое построение моделей связано с имитационным построением модели преобразователя.

При этом в Simulink возникало предупреждение о наличии в модели «алгебраической петли», что потребовало в каналах вычисления ЭДС якоря установки апериодических звеньев с малыми постоянными времени.

На рис. 3 и 4 показаны диаграммы момента и скорости, напряжений и токов на входе преобразователя.

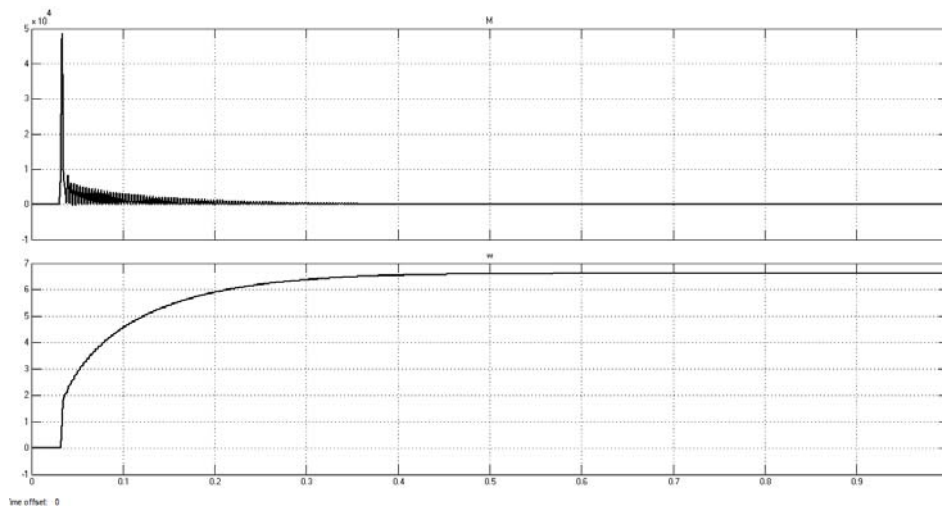


Рис. 3. Диаграммы изменения момента и скорости вращения

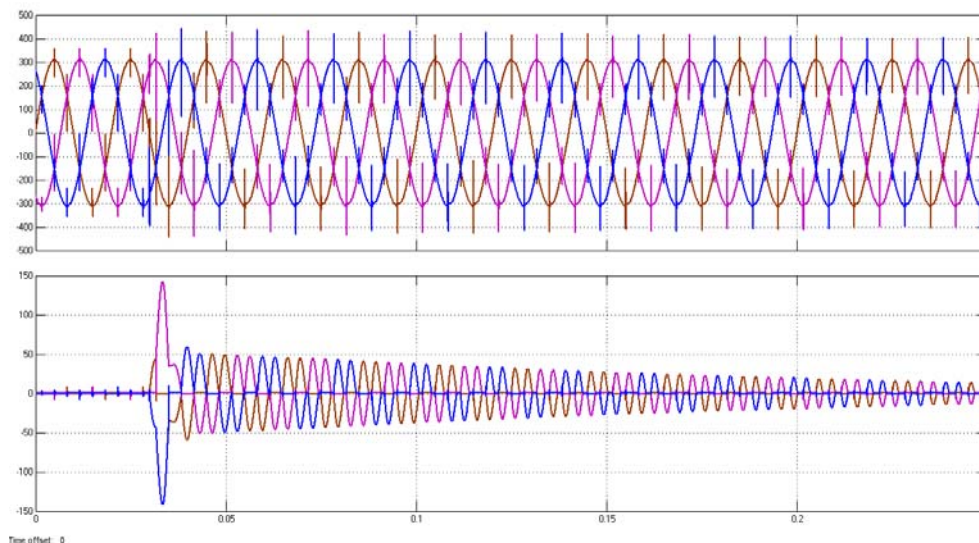


Рис. 4. Диаграммы изменения напряжений и токов на входе преобразователя

В результате такой «нестандартный» подход к построению модели силовой части, в отличие от использования передаточных функций, показал свою работоспособность и позволил использовать имитационную модель тиристорного преобразователя. Дальнейшие исследования будут проводиться с учетом уточнения модели вольтодобавочной машины. Планируется также исследовать возможность применения тиристорного преобразователя с отдельным управлением комплектами тиристоров в качестве замены вольтодобавочной машины.

**ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА
ЭНЕРГОСИСТЕМ**

Р. В. Яцков

*Приднестровский государственный университет имени Т. Г. Шевченко,
Бендерский политехнический филиал,
Приднестровская Молдавская Республика*
Научный руководитель В. В. Спасенников

Согласно данным анализа аварий и происшествий в электроэнергетической отрасли Приднестровской Молдавской Республики (далее ПМР) за период с 2006 по 2015 г, значительная часть сбоев в работе оборудования происходит по причине непреднамеренного совершения персоналом неправильных действий. В этом аспекте особое внимание необходимо уделить деятельности тех работников, ошибки которых могут привести к гибели людей, значительным материальным потерям вследствие нарушения нормальной работы электрооборудования, т. е. специалистов операторского профиля. В энергосистеме к этой категории относятся прежде всего диспетчеры. От диспетчера зависит взаимодействие различных подразделений и технологических процессов, он является организатором, координатором и контролером в одном лице. Исходя из опыта работы в сфере оперативно-диспетчерского управления, нельзя не подчеркнуть тот факт, что деятельность диспетчера сопровождается значительными психоэмоциональными нагрузками, обусловленными высокой ответственностью за принятые решения, сложностью управления технической системой, напряженностью работы, необходимостью обработки большого объема оперативной информации. Следует отметить, что для обеспечения эффективной работы энергосистемы необходимо представить деятельность оперативных руководителей в ее динамике, понять, каким образом функционируют механизмы психической регуляции при организации процесса преодоления возникающих во время работы проблемностей. Деятельность операторов энергосистемы в динамике представляется, с одной стороны, в виде последовательной смены алгоритмов разрешения проблемностей и, с другой стороны, как последовательность разноуровневых дискретных циклов регуляции. В процессе управления энергосистемой при анализе деятельности диспетчера можно выделить пять основных этапов: обработка информации и решение задач управления энергосистемой; сбор и регистрация необходимой информации и параметров сети; реализация решений; контроль выполнения решений нижестоящим оперативным персоналом; координация рабочей деятельности персонала.

Центральное место в деятельности диспетчера занимает этап обработки поступающей информации и решения задач управления энергосистемой. На этом этапе деятельность направлена на достижение основной цели управления – обеспечение безо-

пасности, ведение заданных режимов сети. На этапе сбора и регистрации информации целью диспетчера является создание достаточной и достоверной информационной базы для решения задач управления энергосистемой. На этапе реализации решений преследуется цель доведения информации до исполнителей (нижестоящего оперативного персонала), т. е. передача командной и осведомительной информации. Целью этапа контроля является определение правильности выполнения команд подчиненным персоналом. Координация же обуславливается специфическими условиями деятельности системного оператора энергосистемы и зависит от возникающей необходимости в процессе подготовки оборудования к ремонтным или иным режимам.

К факторам, оказывающим психологическое влияние на качество деятельности диспетчерского состава, относятся: высокая ответственность за выполнение работы, особенно при ликвидации аварий; дефицит времени; недостаток информации либо ее не полная достоверность; недостаточный уровень профессиональной подготовки; несоответствие психологических и психофизических свойств личности характеру выполняемой работы; экстремальные факторы обитаемости (перегрузка, интенсивный шум, вредные примеси воздуха, повышенная температура в помещении и т. п.).

Из вышеперечисленных факторов особого внимания заслуживают недостаточный уровень профессионализма и несоответствие психологических свойств личности характеру выполняемой работы. Совершенно очевидно, что должность диспетчера является прерогативой субъектов, обладающих должным набором профессионально важных качеств, психологически уравновешенных и стрессоустойчивых. Однако специалист, обладающий только профессиональным опытом действия в стандартных условиях, как правило, не в состоянии надежно действовать в нестандартной ситуации. Если в обычной профессиональной деятельности стойкий стереотип как основа автоматизированных навыков способствует сноровке и легкости осуществления операций, то в аварийной ситуации он тормозит переключение внимания с режима репродуктивного функционирования на продуктивный, т. е. осознание новой информации, принятие нового, нестандартного решения. Усилиями отечественных психологов были определены ведущие свойства психики, развитие которых обеспечивает успешность действий. К ним относятся оперативное мышление и предвосхищение. С помощью именно этих способностей оператор может по отдельным признакам еще не развернувшихся событий предугадать ход их развития [2], [3]. Важно отметить, что любые попытки свести к нулю вероятность появления ошибок оператора путем внедрения новейших достижений психологии, эргономики и других наук при проектировании, изготовлении отдельных компонентов системы «субъект – объект труда» обречены на неудачу, так как эргономичность отдельных компонентов системы не в полной мере гарантирует надежность системы в целом. Только эргономичность всей системы обеспечивает ее надежное бесперебойное функционирование.

Таким образом, современные взгляды на профессиональную надежность диспетчера и на подходы к психологическому анализу причин ошибочных действий и аварий основывается на следующих представлениях:

- Основным звеном системы «субъект – объект труда» в энергетике является человек, осуществляющий управляющую, регулирующую функцию при оперативном руководстве энергосистемой.
- Высокая эффективность и надежность системы достигается только при условии разработки, создания ее компонентов (средств, процессов, условий) с учетом психологических особенностей субъектов конкретной деятельности.

• Ошибочное действие в деятельности субъекта (диспетчера) определяет его роль, прежде всего, как исполнителя, а не как виновника ошибки, которую еще надо изучить и установить.

• Причины ошибочного действия могут быть обусловлены как индивидуальными особенностями, недостатками и ограничениями личности специалиста, так и несоответствием компонентов системы деятельности профессиональным, психологическим, физиологическим и другим характеристикам человека.

• Несоответствие индивидуальных качеств и свойств личности требованиям профессиональной деятельности может быть причиной как недостаточного их развития и проявления у конкретного субъекта труда, так и следствием несовершенства системы профессионального отбора и подготовки диспетчеров энергосистем.

Проведенный анализ позволяет сделать некоторые предварительные выводы по формированию критериев отбора, развитию и подготовке диспетчеров электроэнергетической отрасли:

1. Особенности профессиональной деятельности диспетчеров энергосистемы предъявляют определенные требования к их индивидуальным личностным свойствам, так как надежная деятельность возможна только в том случае, если способности и свойства субъекта, психофизические возможности работника оптимально совпадают с требованиями профессии.

2. Для подготовки специалистов оперативно-диспетчерского звена и повышения профессиональной надежности операторов энергосистем должны быть включены компьютерные технические средства обучения, позволяющие моделировать проблемные ситуации с целью тренировки принятия ответственных решений, создание игровых ситуаций, полигонное моделирование психологического содержания экстремальных ситуаций, полунатурное моделирование реальных производственных внештатных ситуаций на специальных тренажерах, деловые игры с анализом поведения людей в реально случившихся экстремальных ситуациях на энергообъектах.

3. Работоспособность диспетчера, как основополагающий фактор надежности и как системная категория, формирующаяся и реализующаяся в системе внутреннего и внешнего мира, развивается и проявляется как совокупность взаимосвязанных компонентов структуры личности, находящихся в определенной зависимости от комплекса внешних факторов деятельности.

4. Психологическое обеспечение профессиональной надежности диспетчера в значительной степени должно быть основано на результатах изучения, анализа причин возникновения, характера развития, особенностей проявления и последствий ошибочных действий. Целью данного изучения должно являться выявление тех индивидуально-психологических особенностей профессионально-важных качеств, психических состояний, черт личности диспетчера, которые должны рассматриваться как прямые или косвенные предпосылки нарушений профессиональной деятельности.

5. Надежность функционирования энергосистемы достигается путем повышения эргономичности всех элементов системы «субъект – объект труда».

Литература

1. Бодров, В. А. Работоспособность человека-оператора и пути ее повышения / В. А. Бодров // Психолог. журн. – 1987. – № 3. – С. 107–117.
2. Бодров, В. А. Профессиональная надежность оператора. Системный подход в инженерной психологии и психологии труда / В. А. Бодров ; под ред. В. А. Бодрова и В. Ф. Венды. – М. : Наука, 1992. – С. 105–117.
3. Небылицын, В. Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления. Инженерная психология / В. Д. Небылицын ; под ред. А. Н. Леонтьева, В. П. Зинченко, Д. Ю. Панова. – М. : МГУ, 1964. – С. 358–367.

Секция IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ ПОИСКА ВНУТРИТРУБНЫХ СНАРЯДОВ

С. В. Болденко

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

Научный руководитель С. Н. Кухаренко

Избирательный усилитель является частью поисковой системы и предназначен для предварительной обработки и усиления сигнала, поступающего с магнитной антенны. В соответствии с назначением и результатами предварительных испытаний усилитель должен обладать рядом технических характеристик.

Разработка полосового фильтра (ПФ) производилась с учетом следующих требований:

а) необходимо сохранить форму прямоугольной огибающей пачки радиосигнала, состоящей из 8 периодов колебаний с частотой 22 Гц. Данное требование определяет полосу пропускания, где сосредоточено около 80–90 % энергии спектра сигнала, и относительно равномерную амплитудно-частотную характеристику в полосе пропускания. Полоса пропускания ПФ должна составлять $\Delta f = 22\text{--}25$ Гц;

б) с учетом достаточной относительной ширины полосы пропускания ПФ ее целесообразно обеспечить последовательным соединением фильтров верхних (ФВЧ) и нижних (ФНЧ) частот;

в) в области нижних частот от 0 Гц до 6 Гц необходимо обеспечить подавление сигнала не менее чем на 40 дБ, это обеспечит подавление помех, наведенных перемещением приемной антенны в магнитном поле земли и тепловыми шумами;

г) в области верхних частот необходимо обеспечить эффективное подавление помех промышленной частоты 50 Гц (не менее 60 дБ). Требуемую крутизну характеристики целесообразно обеспечить путем каскадного соединения фильтрующих звеньев 1-го и 2-го порядка;

д) для получения наилучших результатов при конструировании и упрощения настройки фильтра схемы отдельных каскадов (звеньев) в ФНЧ и ФВЧ должны быть одинаковыми по топологии, но с различными номиналами элементов.

Ориентировочно порядок фильтра определяется требуемой шириной переходной области амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) фильтра с учетом того, что избирательное звено 1-го порядка позволяет получить подавление в 20 дБ/дек. Поэтому, с учетом требований, изложенных в пп. в и г, полосовой фильтр был реализован схемой 18-го порядка (2 ФНЧ 6-го порядка + 1 ФВЧ 6-го порядка). Функциональная схема такого решения приведена на рис. 1.

В качестве звеньев (каскадов) ФНЧ и ФВЧ выбраны схемы Саллен-Ки (Sallen-Key), реализующие ФНЧ и ФВЧ 2-го порядка. Принципиальные схемы этих фильтров приведены на рис. 2.

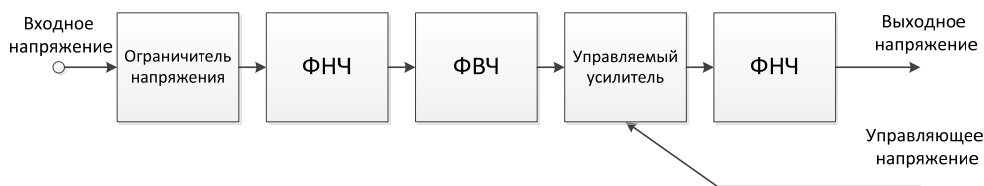


Рис. 1. Функциональная схема избирательного усилителя

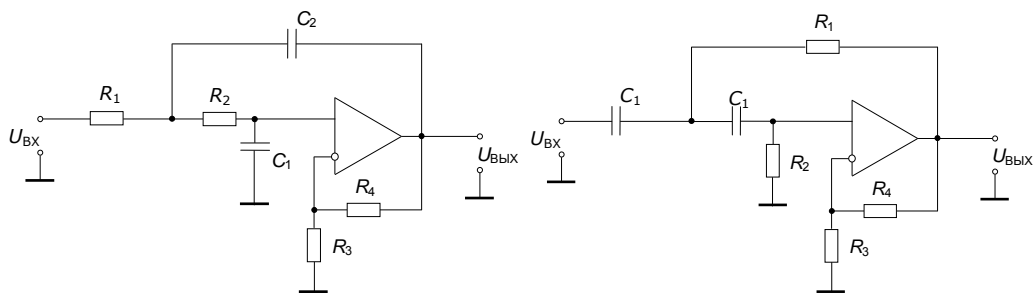


Рис. 2. Схема Саллен-Ки ФНЧ 2-го порядка и ФВЧ 2-го порядка

Коэффициенты передачи этих фильтров определяются выражениями:

$$W_{\text{ФНЧ}}(p) = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \frac{1}{p^2 + p \left(\frac{1}{R_1 C_2} + \frac{1}{R_2 C_2} - \frac{R_4}{R_2 R_3 C_1}\right) + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}; \quad (1)$$

$$W_{\text{ФВЧ}}(p) = \frac{\left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) p^2}{p^2 + p \left(\frac{2}{R_2 C_1} - \frac{R_4}{R_1 R_3 C_1}\right) + \frac{1}{R_1 R_2 C_1^2}}. \quad (2)$$

Путем моделирования было принято решение реализовать полосовой фильтр Чебышева, который имеет более узкую переходную область, но при этом некоторую неравномерность АЧХ в полосе пропускания. С целью подтверждения теоретических расчетов было выполнено макетирование схемы приемного модуля на основе избирательного усилителя (рис. 3).

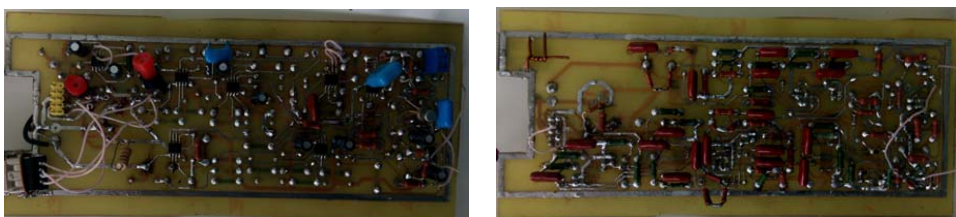


Рис. 3. Макет схемы приемного модуля на основе избирательного усилителя (top view, bottom view)

Структурная схема лабораторного стенда для проведения испытаний приведена на рис. 4.

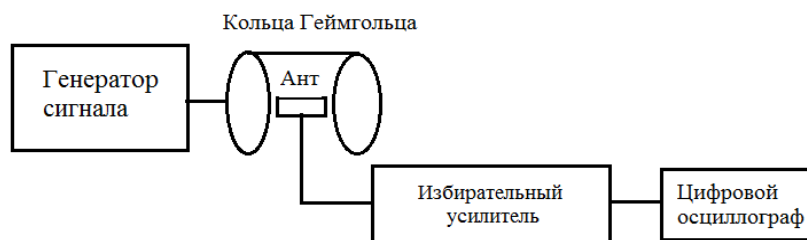


Рис. 4. Схема лабораторного стенда для проведения испытаний

Для исследования приемной части наземного устройства в качестве источника магнитного поля, имитирующего магнитный индуктор, использованы кольца Гельмгольца. В кольцах Гельмгольца генерируется магнитное поле от сигнала генератора. Магнитоприемник располагается между кольцами и принимает магнитное поле как колец, так и от сторонних источников. Результаты измерений, а также сравнение теоретической и полученной АЧХ представлены на рис. 5.

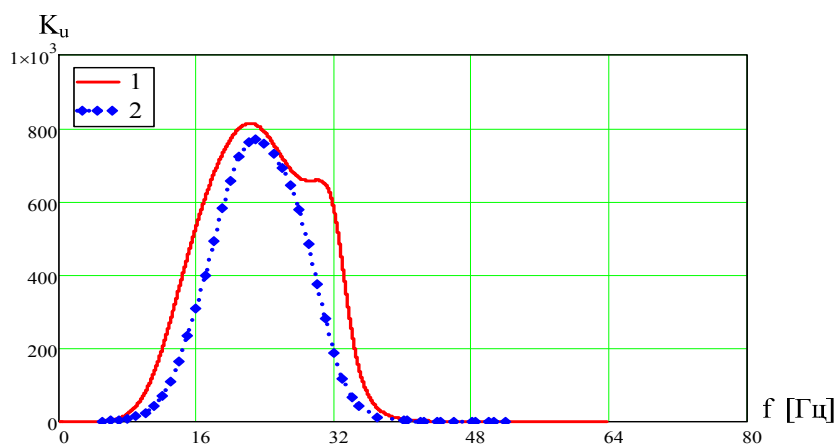


Рис. 5. Результирующая амплитудно-частотная характеристика ПФ:
1 – теоретическая; 2 – измеренная

В ходе проведенных испытаний практическим путем была подтверждена теоретическая модель избирательного усилителя для приемопередающего устройства в системе поиска внутритрубных снарядов.

Литература

1. Картер, Б. Операционные усилители для всех / Б. Картер, Р. Манчини. – М. : Додэка, 2016. – 305 с.
2. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М. : Бином, 2014. – 278 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

К. С. Бояровская, К. А. Давыдова

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научные руководители: Е. Н. Савкова¹, М. Сутковски²

¹*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

²*Варшавский университет технологий, Польша*

В связи с широким распространением систем технического зрения возникает необходимость систематизации требований к ним, поскольку они являются источником получения качественной и количественной информации об объекте, а также источником потенциальной опасности для здоровья потребителей.

Подбор и анализ ТНПА и НД позволил выявить на международном уровне 11 стандартов (в том числе 10 стандартов, разработанных Международной организацией по стандартизации, и 1 стандарт – Международной электротехнической комиссией); на региональном уровне – 1 стандарт (EN 61966-9:2004. Мультимедийные системы и оборудование. Измерение и управление цветом. Часть 9. Цифровые камеры); на межгосударственном уровне – 2 стандарта (ГОСТ 15114–78. Системы телескопические для оптических приборов. Визуальный метод определения предела разрешения и ГОСТ 16504–81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения); на национальном уровне – 7 стандартов (в том числе 1 стандарт Российской Федерации, 3 стандарта Великобритании, 1 стандарт Франции, 1 стандарт Германии и 1 стандарт Австралии).

На территории Республики Беларусь цифровые фото- и видео- камеры подлежат обязательному подтверждению соответствия – декларированию соответствия. В части электробезопасности они подпадают под технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011. Электромагнитная совместимость технических средств и ТР ТС 020/2011. Перечень 1, 2 от 09.112.2011 г. № 879. Перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011). И тем самым перед производителем и потребителем стоит корректный выбор между показателями «цена/качество». Однако проверка эргономических, эстетических и колориметрических показателей не предусмотрена. В этой связи возникает возможность ситуаций, когда производители заявляют завышенные показатели цветовоспроизводящих устройств – разрешающую способность, цветовое разрешение и др.

При анализе ТНПА были выделены методы определения характеристик цифровых фото- и видео- камер: метод чувствительности, линейности и шума (этот метод является одним из наиболее употребляемых методов, в нем измеряется геометрия однородных источников света, спектральные свойства источника света, изменение облучения; в данном методе используется PhotonTransferMethod); метод темнового тока; метод пространственной неоднородности и экспертной оценки пикселей; метод спектральной чувствительности.

С целью повышения эффективности оптимизации выбора потребителями систем технического зрения необходимо систематизировать существующие подходы к

оценке данных показателей. На базе Варшавского университета технологий института микро- и оптоэлектроники в лаборатории фотоники были проведены эксперименты по исследованию фотометрических и колориметрических характеристик цифровых камер. Объектами измерений были созданные и аттестованные ахроматические и хроматические палитры, которые регистрировались посредством цифровых камер с различным, пошагово увеличивающимся временем экспозиции. Полученные изображения обрабатывались в формате RAW. Далее необходимо использовать зональный датчик для определения единиц измерения пятна.

Для проведения эксперимента использовалась коммерческая фотографическая камера полупрофессионального класса Nikon серии D610, которая имеет матрицу на основе КМОП-технологий (КМОП – комплементарная структура «металл-оксид-полупроводник») с размерами матрицы $35,9 \times 24$ мм и с разрешением 24,7 млн пикселей (включая 24,3 млн эффективных пикселей). Она оснащена стандартным массивом цветного фильтра типа BayerRGB. Окончательное изображение можно записать при разрешении 6016×4016 пикселей.

Оператор работал со стандартным объективом изображения AF-SNikkor 24–85 мм F/3,5-4,5 GEDVR, максимальной диафрагмой F/3,5 при F = 24 мм и F/4,5 на расстоянии 85 мм. Оптическая конструкция состояла из 16 оптических элементов в 11 группах, включая 1 ED (низкий) характеристики разброса и 3 асферических элемента. Эта линза была выбрана из-за очень хорошего ответа на центр изображения.

Целью данного эксперимента является нахождение ответа с помощью камеры для различных значений яркости, чтобы найти характеристическую зависимость кривой регистрации.

В качестве опорной световой панели был использован ЖК-монитор с колориметрически широкой цветовой гаммой. Для тестов использовали лишь малую часть панели в центре, чтобы избежать (либо минимизировать) любые угловые зависимости и использовать подсветки неравномерности. Измеренная площадь имела размеры 100×100 мм. Необходимым условием для измерения была необходимость в так называемой калибровке цвета, для этой процедуры необходимо было знать реальные светотехнические параметры, которые определяли с помощью бесконтактного метра цветности. Каждое измерение было достигнуто путем усреднения трех показаний, сделанных на трех соседних точках исследуемой области панели. Каждое измерение было сделано не позднее чем за 10 с после получения изображения.

Измерительная установка показана на рис. 1. Расстояние до объекта было зафиксировано на значении 700 мм, оптическая ось была перпендикулярна к плоскости панели. Объектив был установлен в положение с фокусным расстоянием F = 50 мм и средней апертуры F/8. Полученные изображения были сохранены на файл. Далее эти данные подверглись обработке в три-хроматической форме.

Цель эксперимента состояла в том, чтобы определить линейную характеристику камеры. Затем она была изменена в светимость и цветность. Экспериментальные результаты показаны на рис. 2.

В конце эксперимента был сделан очень важный вывод о том, что общая форма кривой регистрации показывают сильную нелинейность, где она не может быть откалибрована под измерения. Исходя из этого, нужно сказать о том, что перед измерениями необходимо дополнительно проводить процедуру линейаризации, которая встраивается в ПО цифровых камер, или дополнительным алгоритмом (в данном случае – с помощью RAW-файлов). В большинстве своем линейаризация вычисляется путем использования метода наименьших квадратов с помощью вычисления регрессии в точках по заданному диапазону. Однако в связи с проведением линейаризации

возникает дополнительная погрешность. Эта погрешность будет относиться к погрешности метода, и находится как среднее значение максимального и минимального значения отклонения. Исследования по данной тематике продолжаются.

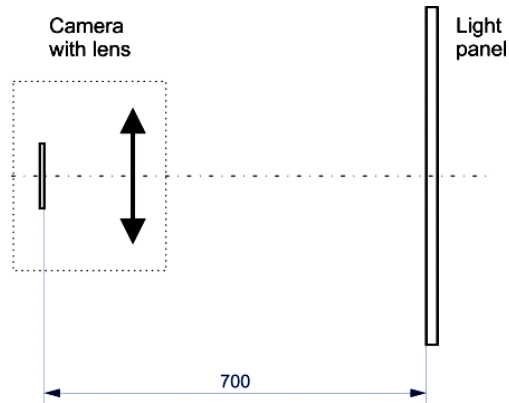


Рис. 1. Измерительная установка

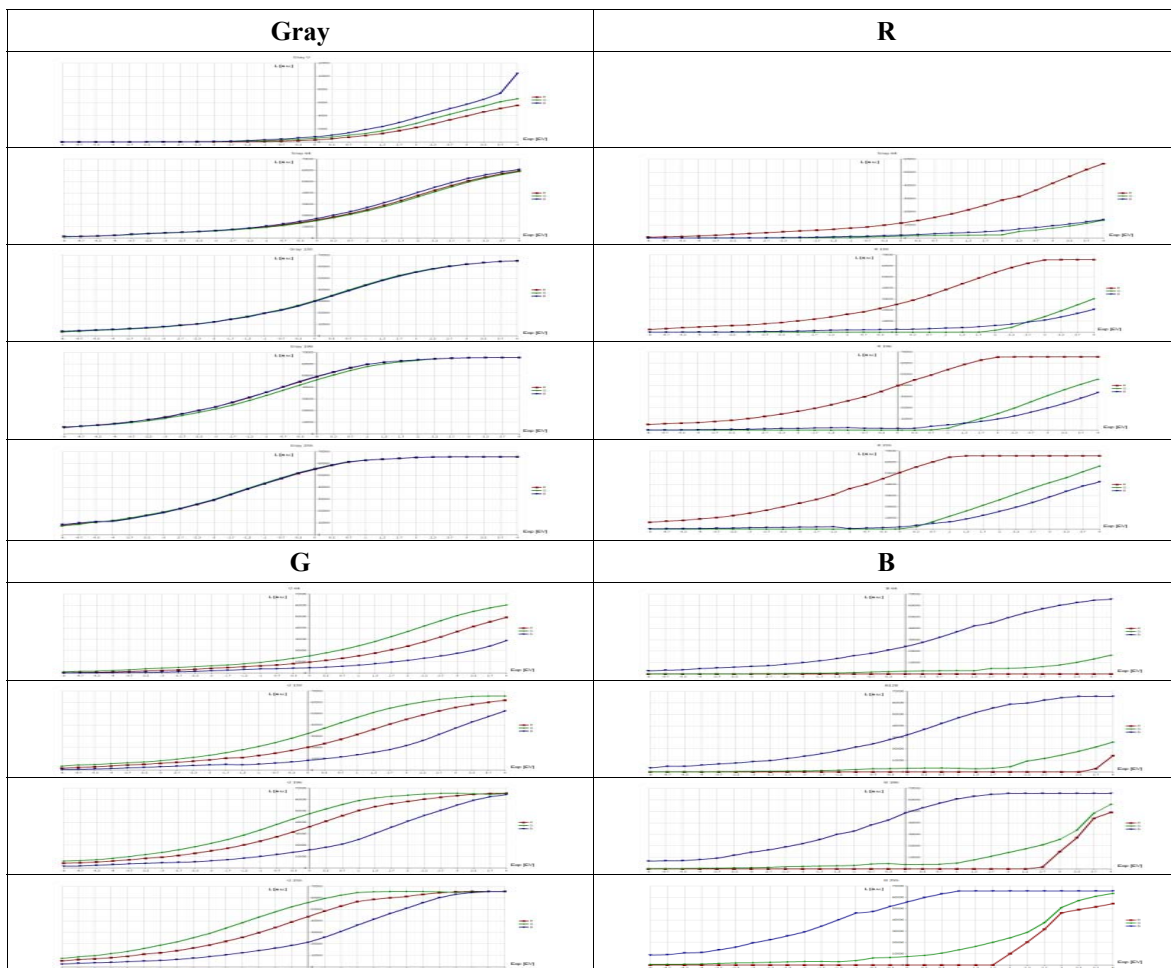


Рис. 2. Характеристические кривые регистрации

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ СПУТНИКОВЫМИ СИСТЕМАМИ

Е. А. Ильюшиц

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

Научный руководитель Ю. В. Крышнев

Аэрокосмические технологии оказывают нарастающее влияние на экономическое и социальное развитие государства и общества. Находя широкое применение в связи, сельском и лесном хозяйстве, картографии и геодезии, геологоразведке, гидрометеорологии, на транспорте, при предотвращении и ликвидации чрезвычайных ситуаций, они являются ключевым звеном обеспечения безопасности государства [1].

В мире существует несколько навигационных систем: российская ГЛОНАСС и американская NAVSTAR. Кроме этих систем, широко развиваются системы Galileo (Европейский союз) и Бэйдоу/Compass (Китай). В англоязычной литературе все спутниковые системы позиционирования объединяют под одним общим названием Global Navigation Satellite System (GNSS) – Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) [2].

Целью работы является анализ спутниковых радионавигационных систем NAVSTAR, ГЛОНАСС, Бэйдоу и Галилео с точки зрения решения навигационных задач на уровне наземной аппаратуры потребителя.

Требования к точностным характеристикам, показателям надежности навигационного обеспечения следующие:

- глобальность;
- целостность, мерой которой является вероятность выявления отказа в течение времени, равного заданному или менее;
- непрерывность обслуживания;
- высокая точность навигационно-временных определений (НВО), под которыми понимают вычисление трех пространственных координат потребителя, трех составляющих его вектора скорости и текущего времени [3].

Состав навигационных систем приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав и состояние орбитальной группировки систем

	ГЛОНАСС	NAVSTAR	Galileo	Бэйдоу/ Compass
Количество спутников задействовано в системе	24	30	8	19
Количество находится в резерве	1	1	–	–
На этапе ввода в эксплуатацию или технического обслуживании	3	1	м	–
Всего спутников	28	32	8	19
Орбитальных плоскостей	3	6	3	3
Высота орбитальных плоскостей, км	19100	20183	23224	21500

Наибольший интерес представляют системы ГЛОНАСС и NAVSTAR. По точности измерения обе системы примерно эквивалентны. В табл. 2 приведен анализ данных об ошибках навигационных определений систем ГЛОНАСС и NAVSTAR по состоянию на 17 января 2016 г. за полугодие [5].

Таблица 2

Ошибки навигационных определений

	Количество видимых спутников	Ошибка навигационных определений		
		По широте, м	По долготе, м	По высоте, м
ГЛОНАСС GPS	8	< 9	< 9	< 24
	9	< 8	< 8	< 23
NAVSTAR GPS	11	< 7,5	< 6,5	< 19,5
	10	< 8	< 7	< 21
Совместный анализ количества видимых спутников ГЛОНАСС/NAVSTAR GPS	19	< 7	< 7	< 18
	18	< 9	< 9	< 23

На рис. 1 и 2 показаны области доступности ГНСС [5]. Светлые области – это области с PDOP от 2 до 6. PDOP – снижение точности по местоположению. Значение от 2 до 3 (темная область) – достаточная точность для использования результатов измерений в достаточно чувствительной аппаратуре и программах, от 4 до 6 – результаты могут быть использованы для достаточно точных навигационных указаний.

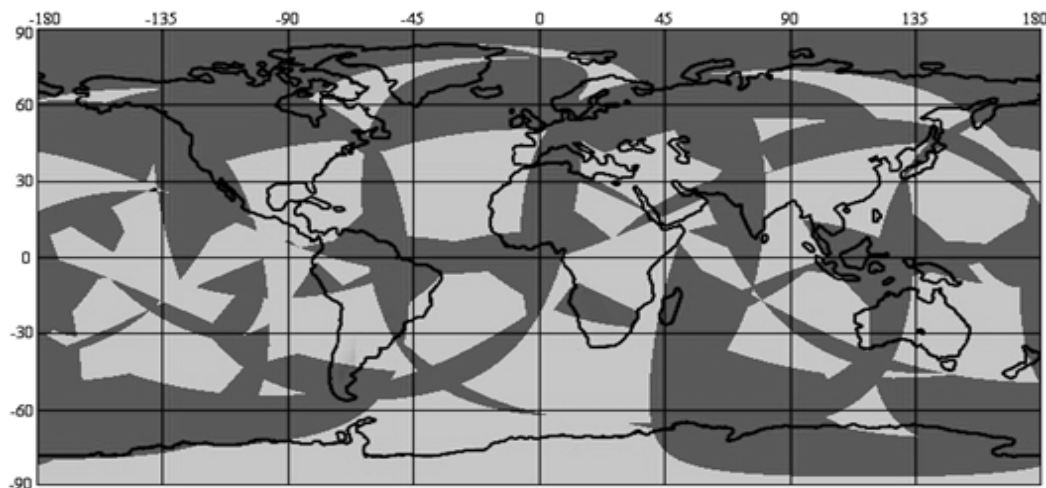


Рис. 2. Доступность ГНСС ГЛОНАСС

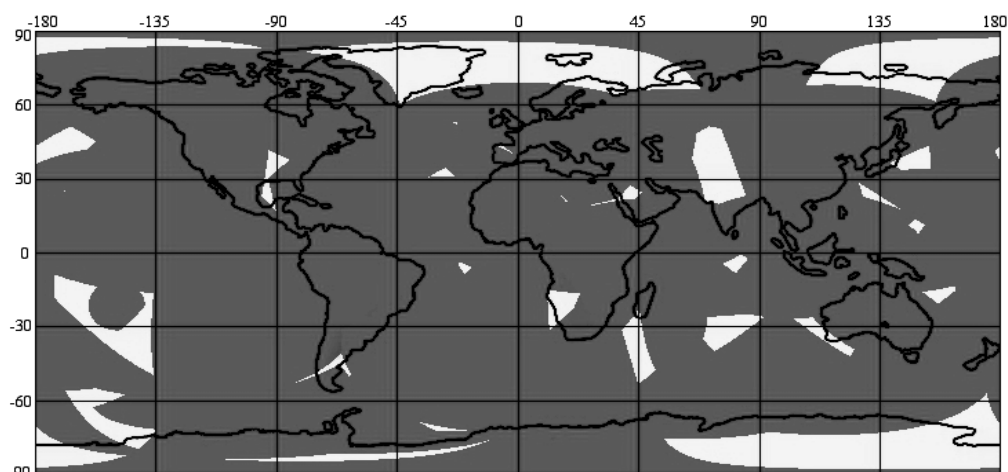


Рис. 3. Доступность ГНСС GPS

Анализ литературных источников, статей и диссертаций по вопросу возможностей позиционирования показал, что на сегодняшний день к СРНС предъявляется целый ряд требований, необходимых для безопасности и экономичности движения, а также решения специальных задач. На сегодняшний день самыми распространенными являются две системы – NAVSTAR и ГЛОНАСС. Обе системы имеют достаточное количество спутников для обеспечения связи все 24 ч в сутки. Состав орбитальной группировки ГЛОНАСС – 24 спутника, у NAVSTAR – 32. По точности измерения обе системы примерно эквивалентны, однако из-за большего числа спутников наиболее точной является система NAVSTAR при определении координат и области покрытия земного шара. При решении навигационных задач значительное преимущество можно получить при совместном использовании обеих систем, так как в измерениях участвует большее количество спутников.

Литература

1. Абламейко, С. В. Глобальные навигационные спутниковые системы : пособие для студентов фак. радиофизики и компьютерных технологий / С. В. Абламейко, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов. – Минск : БГУ, 2011. – 147 с. – (Аэрокосмические технологии).
2. Яценков, В. С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС / В. С. Яценков. – М. : Горячая линия–Телеком, 2005. – 272 с.
3. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / В. А. Болдин [и др.]. – М. : ИПРЖР, 1998.
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Р. В. Бакитько [и др.]. – М. : Радиотехника, 2010.
5. Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга. – Режим доступа: <http://www.sdcm.ru/>. – Дата доступа: 17.01.2016.
6. Карасев, В. В. Современные спутниковые радионавигационные системы : учеб.-метод. пособие / В. В. Карасев. – Владивосток : ДГТРУ, 2016.
7. Андропов, А. В. Система точной посадки вертолетов / А. В. Андропов, В. И. Кокорин // Совместные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр. – Красноярск, 2000.
8. Спутниковые радионавигационные системы / В. С. Шабшаевич [и др.]. – М. : Радио и связь, 1993.
9. Соловьев, Ю. А. Спутниковая навигация и ее приложения / Ю. А. Соловьев. – М. : Эко-Трендз, 2003.
10. Поваляев, А. А. Определение относительных координат по радиосигналам системы ГЛОНАСС / А. А. Поваляев, В. В. Тюбалин, А. А. Хвальков // Радиотехника. – 1996. – № 4. – С. 48–51.

11. Ярлыков, М. С. Повышение качества функционирования спутниковых радионавигационных систем за счет использования информационной избыточности / М. С. Ярлыков. – М. : ИПЖР. – 2000. – Вып. IV. – С. 31–39.
12. Поваляев, Е. Системы спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS / Е. Поваляев, С. Хуторной. – ChipNews, 2002.
13. Самков, И. Ю. Спутниковая навигация для потребительской электроники / И. Ю. Самков // Современ. электроника. – 2008. – № 8.
14. Информационно-аналитический центр. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru>. – Дата доступа: 15.02.2016.
15. Федеральное космическое агенство. – Режим доступа: <http://www.federalsspace.ru>. – Дата доступа: 17.02.2016.
16. Office for Outer Space Affairs. – Режим доступа: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/icg.html>. – Дата доступа: 17.02.2016.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОГЕНЕРАТОРНЫХ СХЕМ ДЛЯ ТОКОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ МАГНИТОВ

А. В. Карпов

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

Научный руководитель А. В. Ковалев

Электропропорциональные магниты (ЭПМ) используются для электрического управления пропорциональными гидравлическими системами. Усилие, развиваемое ЭПМ, пропорционально току, протекающему по его обмотке возбуждения. Подпружиненный якорь, ЭПМ создают двигатель линейных перемещений, используемый в гидравлических системах для изменения проходного сечения трубопровода и, тем самым, изменение расхода [1], [2].

ЭПМ со стороны электрических параметров (стороны управления) представляет собой дроссель с воздушным зазором в магнитопроводе, меняющимся по мере перемещения якоря. Таким образом, в условиях эксплуатации со стороны возбуждения изменяется индуктивность дросселя и его сопротивление «меди» (изменяется температура окружающей рабочей гидравлической жидкости). В этих условиях необходимо поддерживать ток в дросселе на уровне заданного. Традиционный способ управления током через ЭПМ предусматривает использование ключевого режима путем подачи ШИМ (широтно-импульсного) напряжения. В этом случае длительность импульсов пропорциональна среднему току. Для обеспечения независимости тока от влияющих величин – изменения сопротивления «меди», изменения напряжения питания и изменения индуктивности – используется обратная связь по току, протекающему через ЭПМ [3]. Причем частота ШИМ напряжения остается неизменной.

Между тем известны регуляторы для ЭПМ, в которых по мере изменения тока частота ШИМ изменяется [3]. В этих регуляторах отсутствует внешний генератор ШИМ напряжения. Обзор публикаций такого способа управления не дал возможным выявить качественных соотношений между сигналом управления, параметрами ЭПМ и его средним током.

В данной работе рассмотрен способ управления средним током в ЭПМ на основе автогенераторной схемы, в которой в качестве реактивного элемента используется индуктивность обмотки возбуждения. Функциональная схема, поясняющая работу автогенераторной схемы управления током в ЭПМ, представлена на рис. 1.

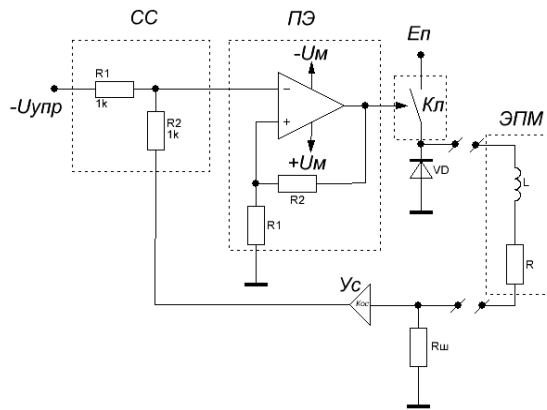


Рис. 1. Функциональная схема автогенератора для управления током в ЭМП

СС – схема сравнения, реализована на резисторах R и предназначена для сравнения управляющего напряжения $U_{упр}$ и напряжения обратной связи $U_{ос} = I_{ср}R_{ш}K_{ос}$. ПЭ – пороговый элемент, представляет собой триггер Шмидта, реализованный на операционном усилителе ОУ и цепью положительной обратной связи R_2, R_1 , которой задается гистерезис совместно с напряжением питания ОУ ($\pm U_M$); Ус – усилитель падения напряжения на сопротивление шунта $R_{ш}$ от протекающего по нему среднего тока ЭПМ; $E_{п}$ – источник силового напряжения, используемый для питания ЭПМ; $K_{л}$ – ключевой элемент, бесконтактный ключ, подающий напряжение $E_{п}$ на ЭПМ в интервалы времени, когда на выходе ПЭ высокий уровень напряжения; VD – возвратный диод, обеспечивающий протекание тока через ЭПМ в интервалы времени, когда $K_{л}$ – разомкнут. Временные диаграммы, поясняющие работу автогенератора, представлены на рис. 2.

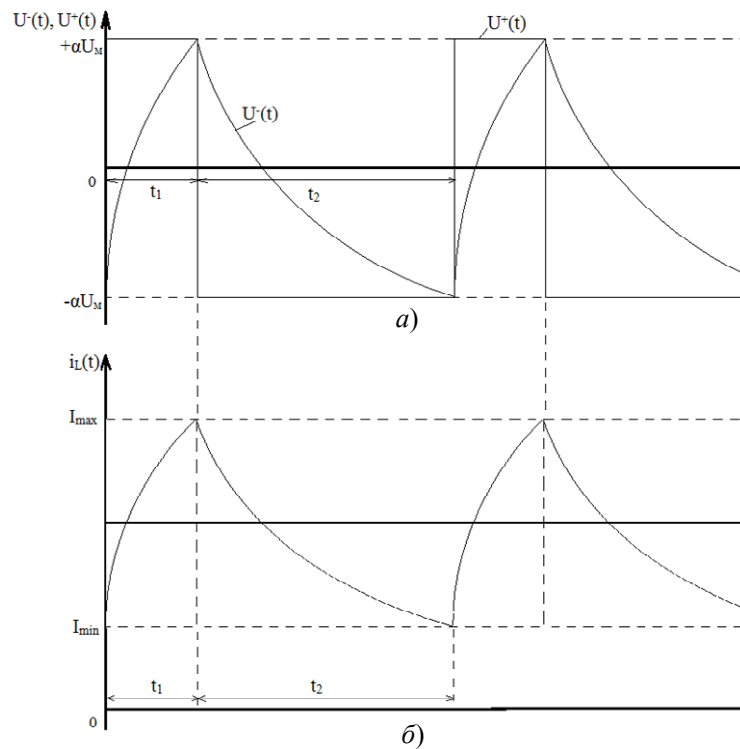


Рис. 2. Временные диаграммы изменений напряжений на входах: а – ПЭ – $U(t), U^+(t)$; б – изменения тока $i_L(t)$ в ЭПМ

В установившемся режиме на интервале времени t_1 происходит нарастание тока в ЭПМ, на интервале времени t_2 – уменьшение тока i_L :

– для интервала t_1 :

$$i_L(t_1) = I_{\min} + (I_0 - I_{\min})(1 - e^{-t/\tau}); \quad (1)$$

– для интервала t_2 :

$$i_L(t_2) = I_{\max} e^{-t/\tau}, \quad (2)$$

где τ – постоянная времени обмотки возбуждения; $\tau = L/R$; I_0 – максимально возможный ток $I_0 = E/R$, через ЭПМ.

Напряжение:

$$U(t) = 0,5(K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}i_L(t) - U_{\text{вх}}). \quad (3)$$

На каждом интервале времени изменение напряжения на инвертирующем входе ПЭ равно удвоенному значению гистерезиса, соответственно, для t_1 и t_2 справедливы равенства:

$$0,5(K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}i_L(t_1) - U_{\text{вх}}) = 2\alpha U_{\text{м}}; \quad (4)$$

$$0,5(K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}i_L(t_2) - U_{\text{вх}}) = 2\alpha U_{\text{м}}. \quad (5)$$

Максимальное значение тока I_{\max} имеет место в момент времени t_1 , т. е. когда справедливо равенство:

$$U(t) = \alpha U_{\text{м}} \Rightarrow 0,5(K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}I_{\max} - U_{\text{вх}}) = \alpha U_{\text{м}} \text{ или } I_{\max} = (U_{\text{вх}} + 2\alpha U_{\text{м}})/K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}. \quad (6)$$

Аналогично можно найти I_{\min} из выражения $U(t) = -\alpha U_{\text{м}}$, тогда

$$I_{\min} = (U_{\text{вх}} - 2\alpha U_{\text{м}})/K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}. \quad (7)$$

Окончательно можно получить выражения для длительностей нарастания t_1 и спада t_2 тока в ЭПМ:

$$t_1 = \tau \ln \frac{I_0 I_{\min}}{I_0 - I_{\max}}; \quad t_2 = \tau \ln \frac{I_{\max}}{I_{\min}}. \quad (8)$$

Подставляя значения токов I_{\max} и I_{\min} , получаем:

$$t_1 = \tau \ln \frac{K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}I_0 + 2\alpha U_{\text{м}} - U_{\text{вх}}}{K_{\text{ос}}R_{\text{ш}}I_0 - 2\alpha U_{\text{м}} - U_{\text{вх}}}; \quad t_2 = \tau \ln \frac{U_{\text{вх}} + 2\alpha U_{\text{м}}}{U_{\text{вх}} - 2\alpha U_{\text{м}}}. \quad (9)$$

На основе функциональной схемы (рис. 1) была реализована схема электрическая принципиальная, представленная на рис. 3.

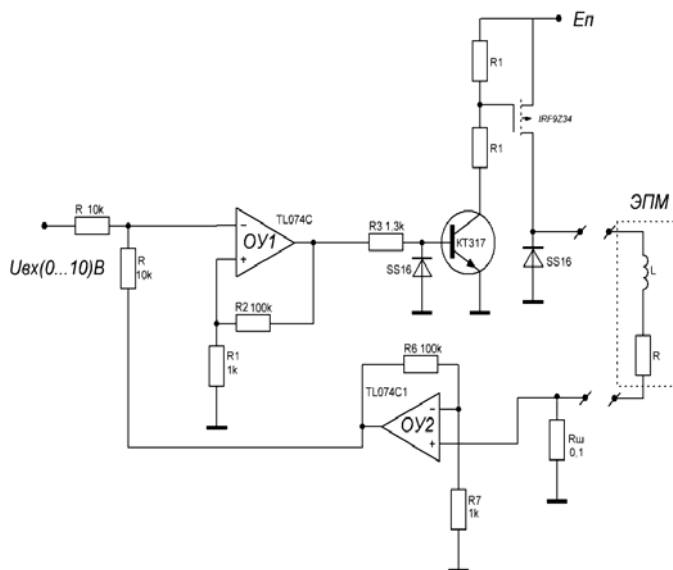


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная автогенератора для управления тока в ЭПМ

В результате можно изложить основные отличия автогенераторной схемы от схемы с питанием ШИМ напряжением:

- 1) параметры пульсаций в данной схеме не зависят от среднего тока;
- 2) схема проще в исполнении, поскольку отсутствует генератор треугольного напряжения;
- 3) длительности импульса t_1 и длительности паузы t_2 пропорциональны постоянной времени обмотки возбуждения ЭПМ, это дает возможность простыми средствами определить значение индуктивности, в том числе и ее изменение в зависимости от перемещения якоря, т. е. определять его положение без датчика обратной связи.

Литература

1. Пропорциональная техника и техника сервоклапанов : учеб. курс гидравлики / А. Шмитт [и др.]. – Лор на Майне/ФРГ : Маннесманн Рексрот ГмбХ, 1986. – 323 с. : ил.
2. D. Scholz. Proportional hydraulics / D. Scholz. – Copyright by Festo Didactic GmbH & Co. – Denkdorf. – 2002. – 124 p.
3. Vickers: Electronics. – 2016. – Mode of access: <http://www.vickershydraulics.ru/pages/products/frame.htm>. – Date of access: 15.02.2016.

СИСТЕМА МОНИТОРИРОВАНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОКОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ДИПОЛЬНЫХ И КВАДРУПОЛЬНЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТОВ СИНХРОТРОНА НУКЛОТРОН

И. Л. Ковалев², А. А. Козляковская²

Научные руководители: В. Н. Карпинский¹, Н. И. Вяхирев¹, Ю. В. Крышнев²

¹ММО «Объединенный институт ядерных исследований», Россия

²Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Нуклотрон – быстроциклирующий сверхпроводящий жесткофокусирующий ускоритель релятивистских тяжелых ядер; базовая установка Объединенного институ-

та ядерных исследований (ОИЯИ), предназначенная для получения многозарядных ионов с энергией до 6 ГэВ на нуклон, пучков протонов, а также поляризованных дейтронов. Создание ускорителя было мотивировано исследованием проблем релятивистской ядерной физики и квантовой хромодинамики, цветовых степеней свободы в атомных ядрах.

Нуклотрон создан на основе уникальной технологии сверхпроводящих магнитов типа «Дубна» (рис. 1), предложенной и развитой в Лаборатории высоких энергий. Оригинальная конструкция структурных магнитов синхротрона позволила формировать геометрию поля магнитным сердечником, а возбуждать поле сверхпроводящей обмоткой. Конструкторские разработки, испытания и монтаж элементов Нуклотрона целиком выполнены силами коллектива Лаборатории. Производство структурных элементов осуществлено в Центральных экспериментальных мастерских ОИЯИ.

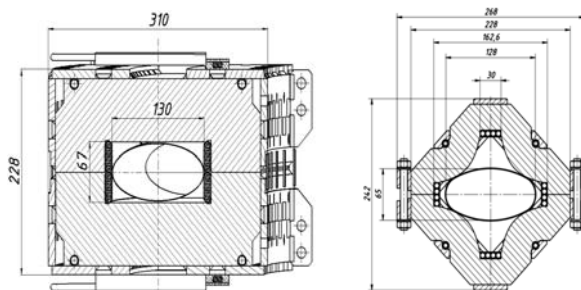


Рис. 1. Поперечное сечение дипольного и квадрупольного магнита

Дипольный магнит благодаря своим свойствам и конструкции является поворотным элементом в системе ускорителя. Он создает однородное ведущее магнитное поле, задает траекторию пучку заряженных частиц. Квадрупольная линза в зависимости от способа включения формирует пучок с помощью поля квадрупольной конфигурации, благодаря чему различают фокусирующие и дефокусирующие квадрупольные линзы. Таким образом, упрощенная схема Нуклотрона (рис. 2) состоит из дипольных магнитов (М), фокусирующих линз (Ф) и дефокусирующих линз (Д).

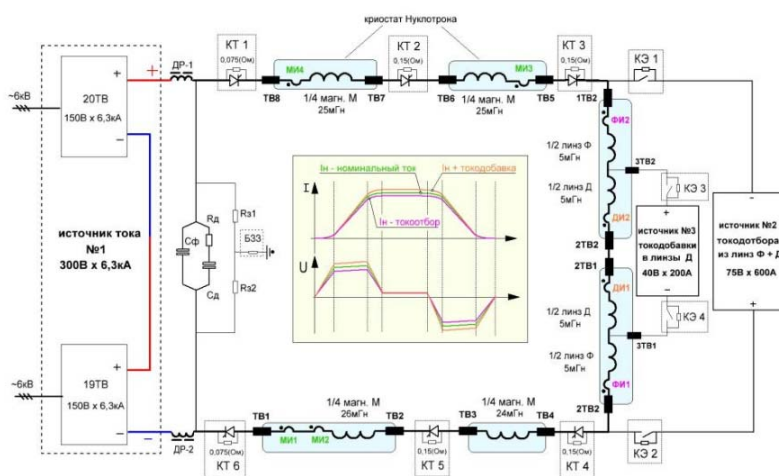


Рис. 2. Схема питания последовательно соединенных структурных магнитных элементов Нуклотрона

В существующей схеме питания (рис. 2) основной задачей является управляемое формирование трех полевых функций поля дипольных магнитов, градиента фокусирующих и дефокусирующих линз. Питание магнитной системы осуществляется с помощью одного мощного источника (источник тока № 1) и маломощных дополнительных источников токоотбора (источник тока № 2) и токодобавки (источник тока № 3), что обеспечивает разбаланс тока в фокусирующих и дефокусирующих линзах. Это необходимо для гибкого управления положением рабочей точки ускорителя.

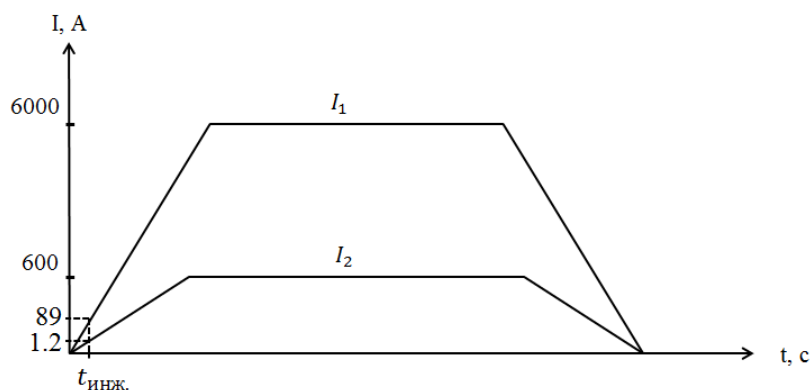


Рис. 3. Схематическая форма задания тока источников в ходе работы Нуклотрона. Токи I_1 и I_2 , формируемые источником № 1 и источником № 2, соответственно

В сеансах установка работает циклами трапециевидной формы (рис. 3). Инжекция пучка из линейного ускорителя в Нуклотрон возможна только при определенных и вместе с тем довольно малых значениях тока. По этой причине важно добиться очень высокой точности на всем диапазоне измерений (от 0,06 до 6 кА).

В рамках данной ситуации необходимо владеть информацией о прецизионных токах источников питания структурных дипольных и квадрупольных сверхпроводящих магнитов синхротрона.

Была разработана и испытана концепция системы мониторинга, которая с большой точностью измеряет и передает данные на расстояние около 500 м непосредственно от датчика до ПК.

Источники питания имеют в своем составе измерительные шунты, которые расположены на участках токоведущих шин. Подсоединяя к каждому шунту датчик, в состав которого входит 16-разрядный АЦП и запрограммированный МК, мы можем с достаточной точностью измерить напряжение, падающее на измерительном шунте. Это значение будет пропорционально току источников. Плата датчика также оснащена модулем RS-485 быстрой и надежной коммуникацией с ПК в условиях больших расстояний. В микроконтроллер семейства Atmega запрограммирован алгоритм обмена информацией с ПК в режиме непрерывного снятия данных с шунта. Запрос каждому МК поступает адресно, что не допускает сбоев в ответе и исключает поступление неверной информации к диспетчеру. Программировался МК с помощью графической среды разработки Flowcode.

Со стороны ПК был разработан алгоритм опроса, приема и последующей обработки информации в условиях реального времени (рис. 4). Предусмотрена сигнальная кнопка в случае сбоев в работе того или иного устройства с выводом информации об ошибке и номере датчика. Информация о токе выводится на экран в виде

графика с дополнительным числовым отображением для удобного слежения. Среда разработки – LabVIEW фирмы NationalInstruments.

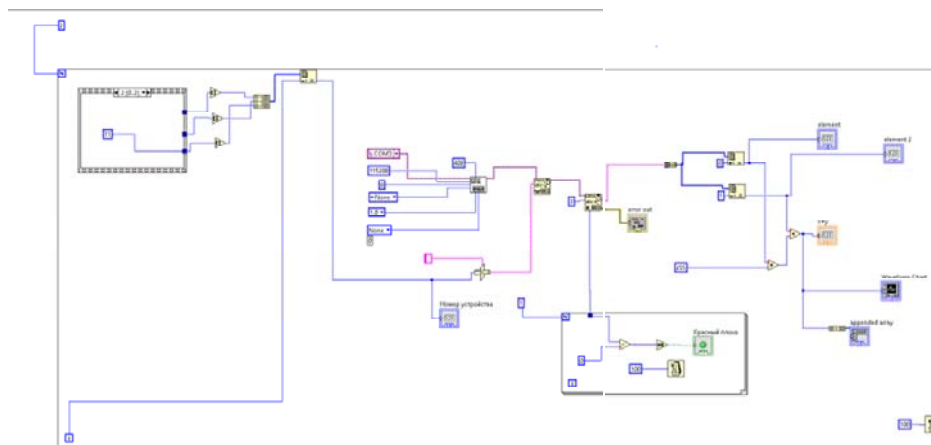


Рис. 4 Алгоритм запроса и получения информации от датчиков, обработка и вывод на экран ПК

Было проведено испытание на работоспособность системы в режиме реальных токов источника, в ходе которого был получен положительный результат.

Литература

1. Карпинский, В. Н. Системы питания и эвакуации энергии в быстроциклирующих сверхпроводящих синхротронах : автореф. дис. / В. Н. Карпинский. – Дубна, 2012. – 18 с.
2. Официальный сайт ускорительного отделения Лаборатории физики высоких энергий. – Режим доступа: nucloweb.jinr.ru.
3. ОИЯИ и столетие открытия атомного ядра : тр. симпозиума. – Дубна, 2013. – 224 с.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПРИЕМНИК НА ОСНОВЕ ПЛИС

И. В. Ларьков

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

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Л. А. Захаренко

Уровень помех на выходе приемника может в несколько раз превышать полезный сигнал. Это может быть результатом действия как шумов естественного происхождения, так и собственных шумов приемника. В связи с этим возникает необходимость создания надежных систем связи, которые могли бы с заданной вероятностью передавать информацию в условиях сильных помех.

В качестве такой системы может быть использован корреляционный приемник на основе псевдослучайных последовательностей. Целью работы является исследование параметров псевдослучайных последовательностей, влияющих на корреляцию последовательностей и надежность передачи сигнала, и подтверждение полученных данных экспериментальным путем.

Принцип работы корреляционного приемника заключается в том, что принятый сигнал после усилителя и фильтра коррелируется с заданными опорными сигналами, и если уровень корреляции превысит заданный заранее предел, то будет считаться, что принят сигнал, соответствующий опорному сигналу (рис. 1).

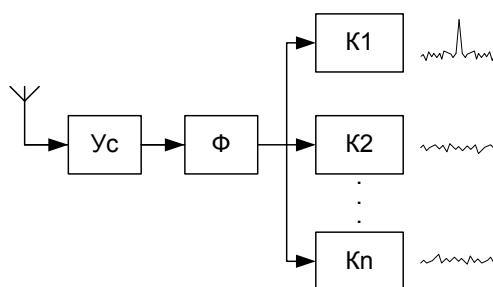


Рис. 1. Структурная схема корреляционного приемника

Для поиска оптимальных параметров были исследованы четыре фазоманипулированных M -последовательности длиной 31 символ. Периодическая автокорреляционная функция любой M -последовательности имеет постоянный уровень боковых лепестков, равный $(-\frac{1}{N})$, а автокорреляционная функция усеченной M -последовательности, под которой понимается непериодическая последовательность длиной в период N , имеет величину боковых лепестков, близкую к $(-\frac{1}{\sqrt{N}})$ (рис. 2). Поэтому с ростом N величина боковых пиков уменьшается.

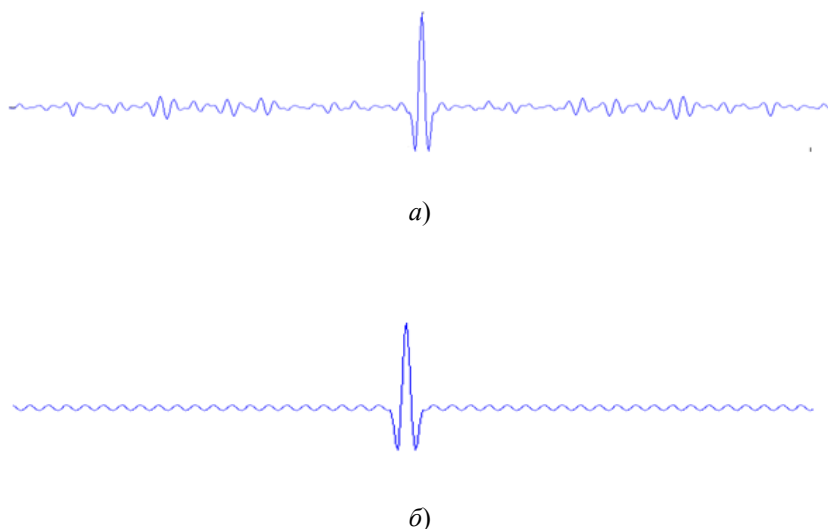


Рис. 2. Непериодическая автокорреляционная функция (а) и периодическая автокорреляционная функция (б)

Важным параметром является взаимнокорреляционная функция. Если выбранные для корреляционного приемника последовательности будут иметь большие значения взаимнокорреляционных функций, то количество ложных срабатываний значительно возрастет. Поэтому надо анализировать подбираемые последовательности.

Также проведен расчет вероятности ошибочного приема сигнала, сформированного на основе M -последовательности.

В [3, с. 307] рассмотрен расчет вероятности ошибочного приема при аддитивном гауссовом шуме для многоальтернативной задачи обнаружения, когда существует M гипотез:

$$r(t) = \begin{cases} s_1(t) + w(t), & 0 \leq t \leq T : H_1; \\ s_2(t) + w(t), & \dots 0 \leq t \leq T : H_2; \\ s_M(t) + w(t), & 0 \leq t \leq T : H_M. \end{cases} \quad (1)$$

Вероятность ошибки при такой постановке задачи:

$$P(\varepsilon) = 1 - \int_{-\infty}^{\infty} dx \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - \frac{\sqrt{2E}}{N_0})^2}{2}} \left(\int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right)^{M-1}. \quad (2)$$

Учитывая, что при использовании М-последовательности длиной 31 символ энергия сигнала увеличивается в 3,875 раза, произведем расчеты по формулам и построим график зависимости вероятности ошибочного приема от соотношения «сигнал/шум» в канале связи (рис. 3), для случаев, когда передача ведется при помощи:

- 1) двух разных М-последовательностей длиной 31 символ;
- 2) трех разных М-последовательностей длиной 31 символ;
- 3) четырех разных М-последовательностей длиной 31 символ.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что вероятность ошибочного приема при использовании трех и четырех М-последовательностей длиной 31 символ выше, чем при использовании двух М-последовательностей длиной 31 символ (рис. 3).

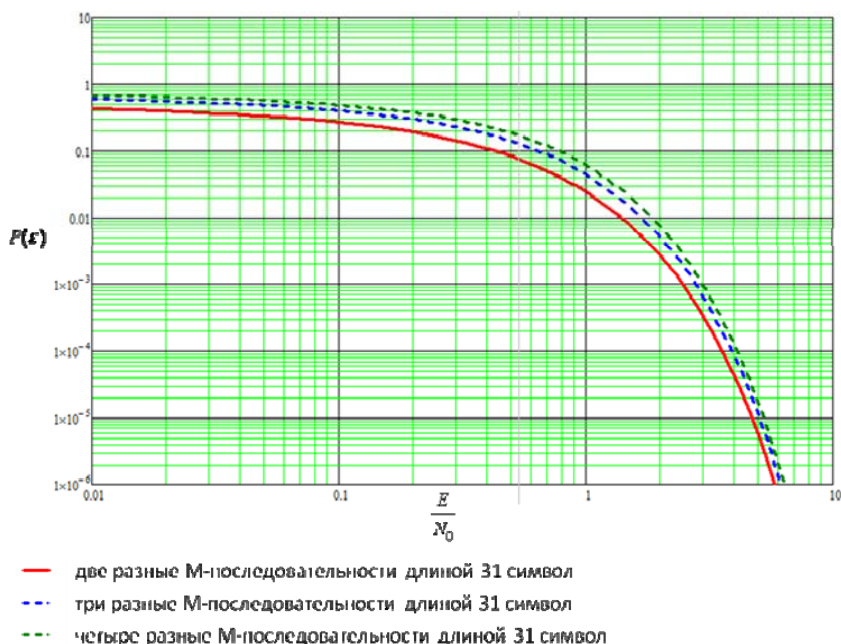


Рис. 3. Зависимость вероятности ошибочного приема от соотношения «сигнал/шум»

Для проверки правильности алгоритмов был проведен эксперимент. При помощи генератора сигналов формировались необходимые последовательности. Сигнал подавался на аналого-цифровой преобразователь, откуда после преобразования коррелировался в ПЛИС. После корреляции, при совпадении сигнала, его номер передавался при помощи UART на персональный компьютер (рис. 4).

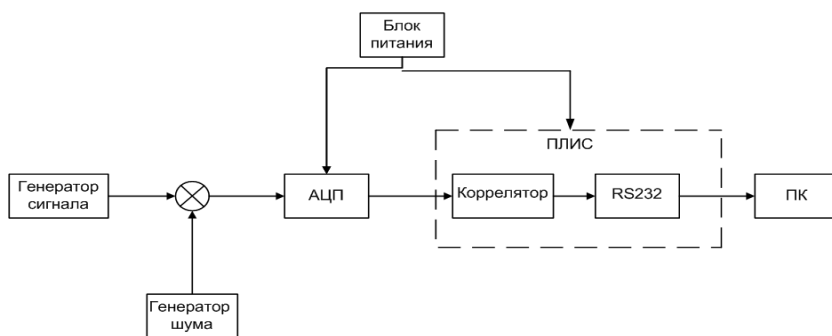


Рис. 4. Схема эксперимента

В ходе эксперимента была подтверждена правильность работы алгоритмов (рис. 5).

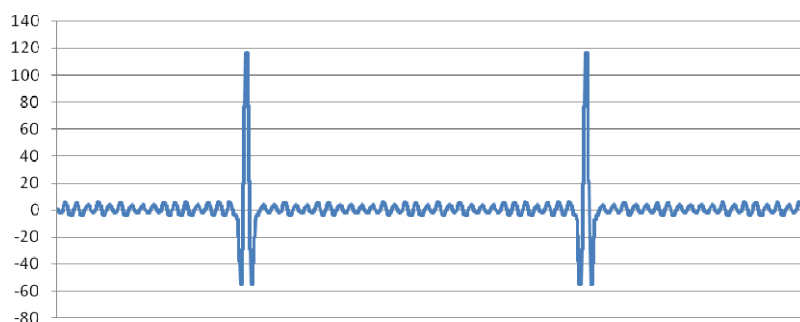


Рис. 5. Автокорреляционная функция, полученная экспериментальным путем

Л и т е р а т у р а

1. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки / У. Питерсон. – М. : Мир, 1964.
2. Рабинер Л. Р. Теория и применение цифровой обработки сигналов : пер. с англ. / Л. Р. Рабинер, Б. Голд ; под ред. Ю. Н. Александрова. – М. : Мир, 1978. – 637 с.
3. Ван Трис, Г. Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции : пер. с англ. / Г. Ван Трис ; под ред. В. И. Тихонова. – М. : Советское радио, 1972. – 744 с.
4. Стешенко, В. Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов / В. Б. Стешенко. – М. : ДОДЭКА, 2000.

ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ДАТЧИКА ХОЛЛА НА ЕГО ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКА ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

А. С. Левкович

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

Научный руководитель А. В. Ковалев

Интегральные датчики Холла находят применение во многих областях современной промышленности. В отличие от механических и оптических датчиков датчики Холла обладают важным преимуществом – они являются функционально законченными устройствами с приемлемой точностью и повторяемостью характеристик, которые не меняются в течение их эксплуатации.

Типовая передаточная характеристика линейного датчика Холла (ЛДХ) – зависимость выходного напряжения от амплитуды магнитного поля (рис. 1) [1].

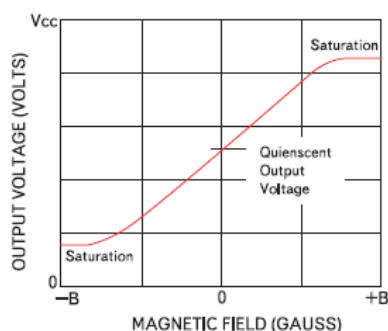


Рис. 1. Зависимость выходного напряжения от амплитуды магнитного поля

В большинстве применений для измерения перемещения объектов ЛДХ используют совместно с постоянными магнитами. Если датчик Холла механически перемещается в неоднородном магнитном поле, то напряжение Холла будет зависеть от величины смещения. Следовательно, актуален вопрос нахождения таких магнитных схем, в которых эта зависимость будет линейной [2]. Известны три схемы взаимного расположения ЛДХ и постоянных магнитов. Первый вариант – линейное расположение ЛДХ и магнита на одной оси так, чтобы силовые линии магнитного поля пересекали датчик под прямым углом (рис. 2).

Второй вариант – расположение ЛДХ и магнита в параллельных плоскостях. При такой ориентации система имеет точку нулевого поля, что позволяет получать дополнительную информацию о направлении перемещения по знаку выходного напряжения.

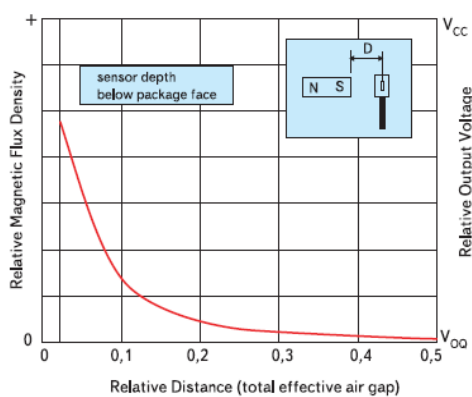


Рис. 2. Расположение ЛДХ и постоянного магнита на одной оси

Третий вариант – расположение ЛДХ между двумя комплементарно установленными магнитами. Недостатком последнего варианта является достаточно небольшой диапазон перемещений.

Для построения дешевых датчиков линейных перемещений целесообразно использовать один датчик Холла. На показатели точности и стабильности характеристик последнего может оказывать влияние множество факторов: дисбаланс градиентов сопротивления в зависимости от направления тока, геометрическая неоднородность,

пьезорезистивные эффекты и даже внешние механические воздействия на корпус микросхемы. В производстве узлов и агрегатов не всегда удается расположить датчик с идеальной точностью, в итоге геометрическая неоднородность сужает зону линейности выходной характеристики датчика, уменьшая его рабочий диапазон.

В докладе представлен стенд для снятия характеристик трех используемых схем взаимного пространственного положения ЛДХ и магнита. Используя разработанный стенд, предлагается получить зависимости выходной характеристики ЛДХ от угла геометрической неоднородности и разработать методику компенсации.

Стенд для определения влияния пространственного положения ЛДХ на его выходной сигнал представлен на рис. 3, где (1) мотор, приводящий в движение систему из (2) диска с насечками через полградуса и (3) оптического датчика, расположен на платформе (5). Зажим для магнита (4) и регулировочный винт (7) крепятся на штативе (8), что позволяет изменять расстояние от (6) магнита до датчика.

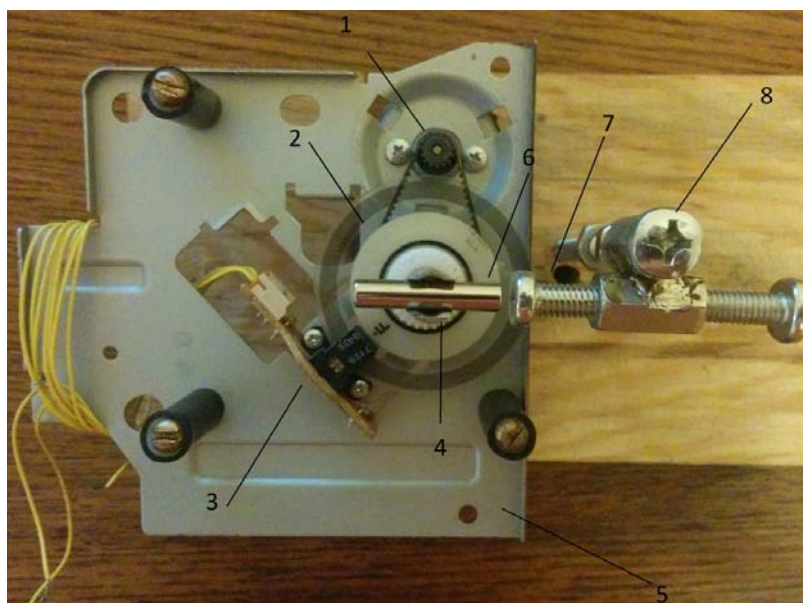


Рис. 3. Стенд для определения влияния пространственного положения ЛДХ на его выходной сигнал

Заключение. Анализ геометрической неоднородности систем с линейными датчиками Холла (ЛДХ) и разработка методов ее компенсации позволит повысить точность определения величины линейного перемещения с использованием одного датчика Холла при одновременном снижении требований к технологии изготовления функционально законченных датчиков.

Литература

1. Полищук, А. Некоторые применения линейных интегральных датчиков Холла компании Allegro Microsystems / А. Полищук // Компоненты и технологии. – № 7. – 2006.
2. Кобус, А. Датчики Холла и магниторезисторы / А. Кобус, Я. Тушинский ; пер. с пол. В. И. Тихонова, К. Б. Макидонской ; под ред. О. К. Хомереки. – М. : Энергия, 1972. – 264 с.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ КОМБАЙНОВ ПО «ГОМСЕЛЬМАШ»

А. Д. Макаренко

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

Научный руководитель Э. М. Виноградов

Работа выполняется с целью разработки микропроцессорного модуля и написания программного обеспечения для него, которое будет выполнять прием данных из CAN сети, обрабатывать их и передавать на мобильное устройство. Также будет разработано программное обеспечение для мобильного устройства на основе системы Android, которое позволит в удобном для пользователя виде выводить сообщения, принимаемые от модуля. Данные нововведения помогут более оперативно подключаться к сети комбайна для проведения диагностики, а также позволят упростить процесс работы с протоколами данных, что, в свою очередь, позволит автоматизировать диагностику комбайнов.

Разработка состоит из двух частей: разработка электронного модуля и Android приложения. В первую часть входят выбор микроконтроллера и устройства передачи данных, написание для микроконтроллера программного обеспечения и разработка электронной схемы. В качестве микроконтроллера используется STM32F407VGT6. Для отладки использовалась плата STM32F4DISCOVERY, которая представлена на рис. 1. Связь с Android приложением будет осуществляться посредством Wi-Fi модуля.

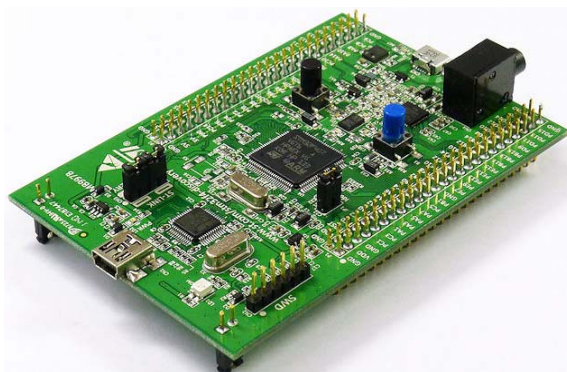


Рис. 1. Отладочная плата STM32F429 Discovery

Характеристики 32-битного ARM-микроконтроллера STM32F407VGT6 семейства Cortex-M4:

- I/O (макс.), 82 шт.;
- напряжение питания: 1,8–3,6 В;
- частота: до 168 МГц;
- память программ (Flash): 1 Мб;
- ОЗУ (RAM): 196 Кб;
- 4 Кбайт backup SRAM (аналог EEPROM);
- 16-битные таймеры;
- 2 32-битных таймера общего назначения;
- USB 2.0;

- 10/100 Ethernet MAC с отдельным DMA;
- 3x SPI (37,5 МБ/с)
- 3x I2C с поддержкой SMBus/PMBus;
- 4x USART– 2x CAN (2.0B Active);
- SDIO (для SD-карт)
- аналоговый генератор случайных чисел;
- 82x GPIO (выводы I/O);
- RTC (Real-Time Clock);
- 3 12-битных АЦП, 2,4 млн выборок в секунду, 16 каналов;
- 2 12-битных ЦАП;
- возможность отладки по JTAG или SWD.

Для написания программного обеспечения для Android использовалась среда разработки Android studio с применением языка программирования Java.

Комбайн – это сложный механизм, состоящий из множества механических узлов, которые, в свою очередь, управляются электронными модулями. К каждому электронному модулю подключено множество датчиков (давления, оборотов, температуры, напряжения, датчики угла и пр.), модуль обрабатывает сигналы датчиков и соответствующим образом реагирует. Для взаимодействия модулей в комбайне используется CAN сеть (рис. 2).

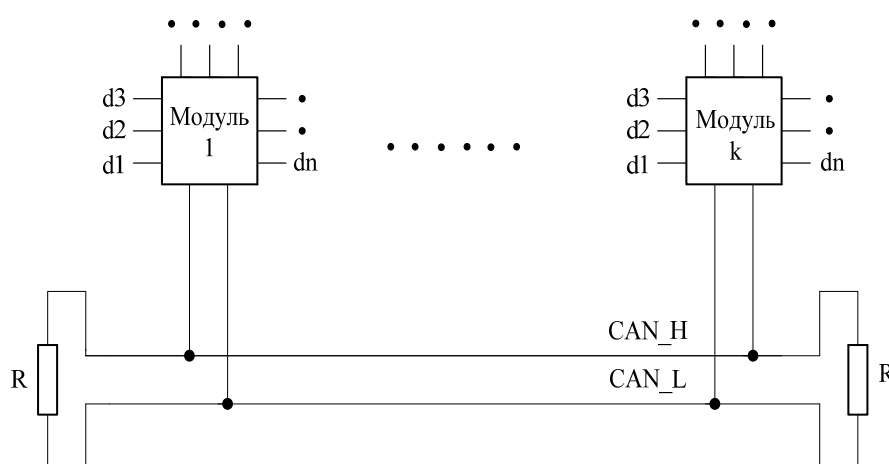


Рис. 2. Пример CAN сети комбайна

У CAN сети есть ряд преимуществ и недостатков.

К преимуществам CAN сети относятся:

- 1) возможность работы в режиме жесткого реального времени;
- 2) простота реализации и минимальные затраты на использование;
- 3) высокая устойчивость к помехам;
- 4) арбитраж доступа к сети без потерь пропускной способности;
- 5) надежный контроль ошибок передачи и приема;
- 6) широкий диапазон скоростей работы;
- 7) большое распространение технологии, наличие широкого ассортимента продуктов от различных поставщиков.

К недостаткам CAN сети относятся:

- 1) небольшое количество данных, которое можно передать в одном пакете (до 8 байт);
- 2) большой размер служебных данных в пакете (по отношению к полезным данным);

3) отсутствие единого общепринятого стандарта на протокол высокого уровня, однако же это и достоинство. Стандарт сети предоставляет широкие возможности для практически безошибочной передачи данных между узлами, оставляя разработчику возможность вложить в этот стандарт все, что туда сможет поместиться. В этом отношении CAN подобен простому электрическому проводу. Туда можно «затолкать» любой поток информации, который сможет выдержать пропускная способность шины.

В состав комбайна входят следующие модули:

- 1) питающий-измельчающий аппарат – отвечает за длину резки, обороты адаптера, измельчение растительной массы, вымолот зерна и пр.;
- 2) борт-информатор – собирает и обрабатывает информацию со всех датчиков комбайна;
- 3) трансмиссия – коробка передач, отвечает за движение комбайна;
- 4) автоматика – движение/поворот силопровода, системы копирования и пр.;
- 5) металлодетектор – уровень чувствительности детектора, срабатывание на металл и пр.;
- 6) CAN-панель – вывод в сеть статус всех кнопок;
- 7) терминал – вывод всей информации оператору в графическом виде.

Сообщения от модулей, датчиков выводятся в общую сеть. У каждого сообщения есть свой уникальный адрес. Все адреса по каждому модулю хранятся в протоколе обмена в бумажном виде. Это очень неудобно при диагностике (так как протокол обмена имеет большой объем), а также при написании ПО. Поиск нужного адреса занимает много времени, провоцирует ошибки и пр.

Для диагностики нам необходимо узнать состояние датчиков, для этого необходимо подключиться к CAN сети. Используют USB-CAN преобразователи. Специалист-наладчик с ноутбуком и данным преобразователем подключается к сети CAN комбайна, считывает информацию с датчиков, расшифровывает ее с помощью протокола обмена и анализирует, диагностируя возникшую проблему. Однако используемые сейчас устройства имеют ряд недостатков, затрудняющих работу, в ряде случаев приходится использовать одновременно несколько устройств, что также неудобно.

Наша разработка построена на основе микроконтроллера STM32. Она позволит решить ряд проблем:

- 1) дороговизна аппаратного и программного обеспечения диагностики узлов комбайна, что особенно важно ввиду внедрения на предприятиях политики импорта-замещения;
- 2) большие временные затраты для диагностики, обусловленные большим объемом и неудобством бумажной версии протокола передачи данных по CAN сети;
- 3) необходимость специально обученного персонала для обеспечения диагностики;
- 4) необходимость наличия нескольких модулей для решения поставленной задачи и, соответственно, необходимость обучения сразу нескольким продуктам программного обеспечения для USB-CAN преобразователей;
- 5) большая вероятность человеческой ошибки вследствие необходимости работы с большим объемом информации и недостаточной информативностью данных, предоставляемых ПО.

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР КАТОДНОГО ТОКА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А. В. Мельников

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

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Л. А. Захаренко

Срок службы металлических конструкций в естественных условиях окружающей среды часто относительно короткий. Продлить его можно в основном четырьмя способами, которые широко используются в практике [1]. К ним относятся:

- 1) изоляция поверхности сооружения от контакта с внешней агрессивной средой;
- 2) использование коррозионно-стойких материалов;
- 3) воздействие на окружающую среду с целью снижения ее агрессивности;
- 4) применение электрозащиты подземных металлических сооружений.

Многоканальный стабилизатор-делитель катодного тока предназначен для электрохимической защиты подземных металлических сооружений (многониточных трубопроводов, наружных оболочек кабелей и т. п.), в схемах совместной катодной защиты и должен обеспечивать одновременную защиту до трех подземных металлических сооружений от одного выпрямителя для катодной защиты путем распределения выходного тока выпрямителя на защищаемые сооружения и отдельного установления оптимального защитного тока для каждого из защищаемых сооружений.

Установки катодной защиты работают в условиях, изменяющихся во времени, которые могут обуславливаться воздействием блуждающих токов, изменением удельного сопротивления грунта или другими факторами, поэтому разработанное устройство обеспечивает автоматическое регулирование выходного тока в каждом канале.

Разработанное устройство обеспечивает возможность удаленного управления стабилизатором-делителем по Ethernet интерфейсу.

Устройство состоит из следующих функциональных блоков:

– МК1 – микроконтроллер, обеспечивающий прием и обработку запросов Ethernet модуля, передает полученную от Ethernet модуля информацию в микроконтроллер МК2;

– МК2 – микроконтроллер, организующий измерение стабилизированного тока и управление его величиной (обеспечивает функциональность силовой части устройства), получает информацию от микроконтроллера МК1 по SPI-интерфейсу, выводит данные о измеренных и установленных величинах тока на дисплей;

– Ethernet модуль – осуществляет процесс передачи данных между локальной сетью и микроконтроллером (локальная сеть не является частью устройства), связь с микроконтроллером МК1 осуществляется по SPI-интерфейсу;

– силовая часть – включает три канала и обеспечивает возможность стабилизации необходимой величины тока катодной защиты; управление силовой частью и измерение величины тока осуществляется микроконтроллером МК2; для обеспечения больших значений катодного тока силовая часть запитана от станции катодной защиты, которая не является частью устройства; к каждому каналу силовой части подключается соответствующая нагрузка (также не является частью устройства); в качестве нагрузки выступает защитное сооружение (подземный трубопровод);

– дисплей – отображает информацию об установленных и измеренных величинах тока каждого канала;

– блок питания – организует необходимое питание для микроконтроллеров МК1, МК2, Ethernet модуля и дисплея.

Структурная схема устройства приведена на рис. 1.

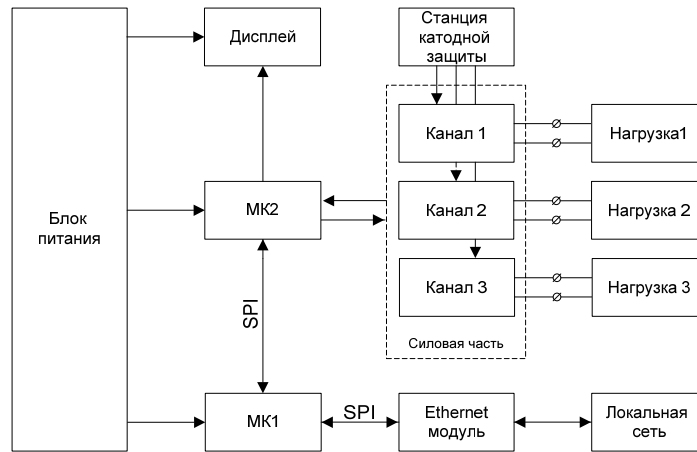


Рис. 1. Структурная схема устройства

На рис. 2 представлена функциональная схема блока.

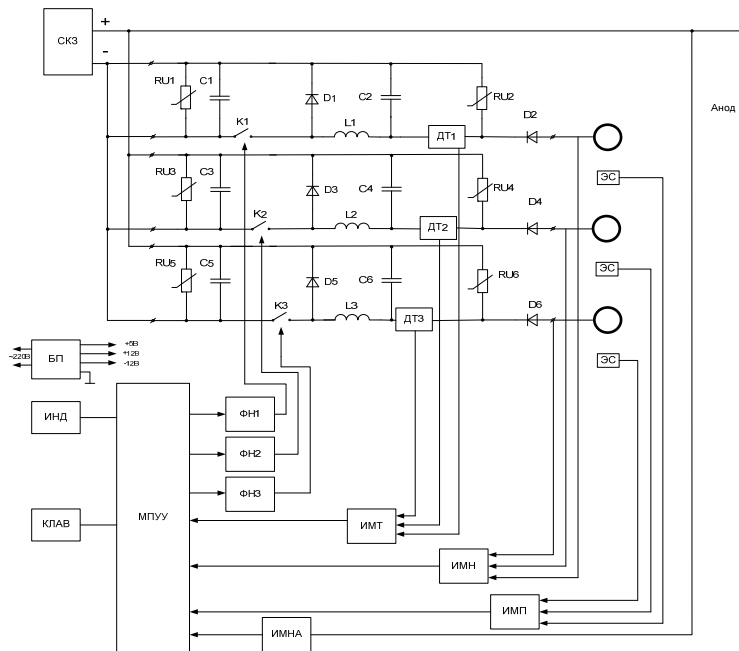


Рис. 2. Функциональная схема многоканального стабилизатора катодного тока с Ethernet

МПУУ – микропроцессорное устройство управления; ДТ1, ДТ2, ДТ3 – датчики тока; ИМТ – измерительный модуль датчиков тока; ИМН – измерительный модуль напряжения на трубе; ИМП – измерительный модуль защитного потенциала; ИМНА – измерительный модуль напряжения на аноде; ФН1, ФН2, ФН3 – формирователи напряжения; БП – блок питания; КЛАВ – клавиатура; ИНД – индикатор.

Блок представляет собой импульсный понижающий преобразователь напряжения, управляемый микропроцессором, который реализует отрицательную обратную связь по выходному току. МПУУ осуществляет измерение выходного сигнала с датчиков тока Д1, Д2, Д3, сравнивает его с заданным значением и формирует управляющий сигнал на ключах К1, К2, К3.

Была разработана программа управления устройством посредством локальной сети с помощью компоненты TClientSocket. Внешний вид программы изображен на рис. 3.

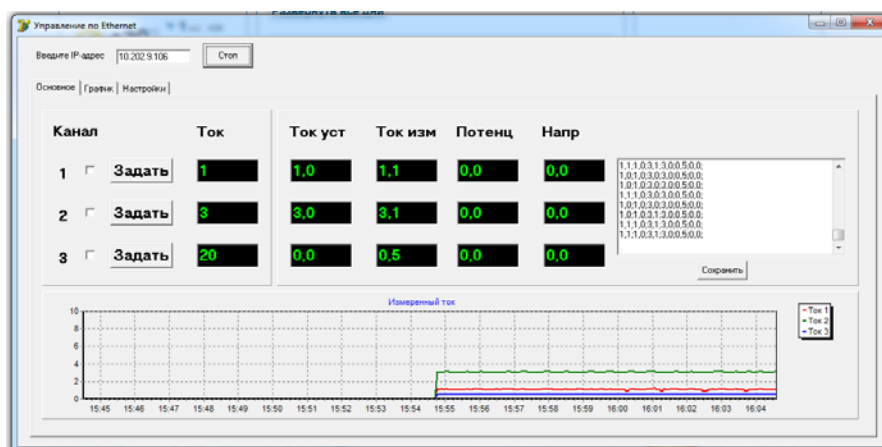


Рис. 3. Внешний вид программы при запуске

Программа содержит три вкладки: «Основное», «График» и «Настройки».

На вкладке «Основное» можно задать ток для каждого канала (кнопка «Задать» и поле «Ток» справа от кнопки для ввода числового значения тока), просмотреть установленное значение тока и измеряемые значения тока, напряжения и потенциала для каждого канала (поля «Ток уст», «Ток изм», «Потенц» и «Напр»), сохранить установленные и измеренные значения токов в csv-файл (кнопка «Сохранить»). Внизу выводится в виде графика измеренные значения токов за последние 20 мин.

На вкладке «График» можно просмотреть измеренные значения токов за последние 20 мин в большем масштабе.

На вкладке «Настройки» можно просканировать заданный диапазон на предмет поиска IP-адреса устройства по его MAC-адресу. Начало работы с данной функцией заключается в задании диапазона IP-адресов, в который входит IP-адрес разработанного устройства. Затем нажатием кнопки «Сканировать» осуществляется поиск всех включенных устройств в заданном диапазоне IP-адресов.

В ходе выполнения работ изготовлен многоканальный стабилизатор-делитель катодного тока. Он обеспечивает стабильный постоянный ток в каждой катодной группе, а также позволяет задавать токи катодов, как через клавиатуру самого прибора, так и удаленно – по сети Ethernet.

Литература

1. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров : учеб. для вузов / М. В. Кузнецов [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 238 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ПОИСКА ВНУТРИТРУБНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СНАРЯДОВ

А. В. Мельников

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

Научные руководители: Ю. В. Крышнеv, Л. А. Захаренко

Принцип построения разрабатываемой поисковой системы для внутритрубных технологических устройств нефтепровода приведен на рис. 1. Особенностью наземного устройства (НУ) является наличие двух идентичных приемных модулей (локаторов), каждый из которых конструктивно реализован в отдельном корпусе. Локаторы непрерывно принимают сигнал низкой частоты (переменный магнитный поток) от трансмиттера внутритрубного устройства (ВУ). После масштабирования и фильтрации сигналы поступают в микроконтроллерный модуль. Обработанные микроконтроллерным модулем сигналы отображаются на местном индикаторе и передаются по беспроводному каналу связи (Wi-Fi) на выносной индикатор, реализованный на базе планшета либо Android-системы.

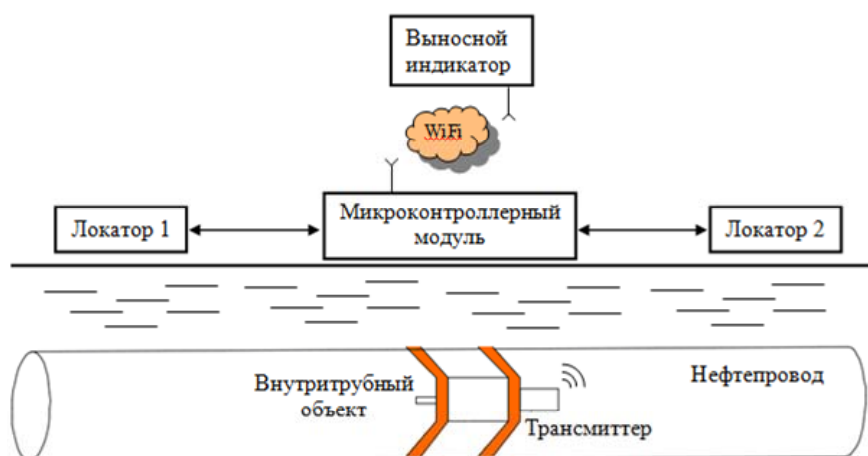


Рис. 1. Принцип построения поисковой системы
для внутритрубных технологических устройств нефтепровода

Разрабатываемая поисковая система обладает возможностью работать как в режиме приема пачек синусоидальных импульсов частотой 22 Гц, так и в режиме приема фазоманипулированных сигналов (М-последовательности). Временные диаграммы представлены на рис. 2 и 3.

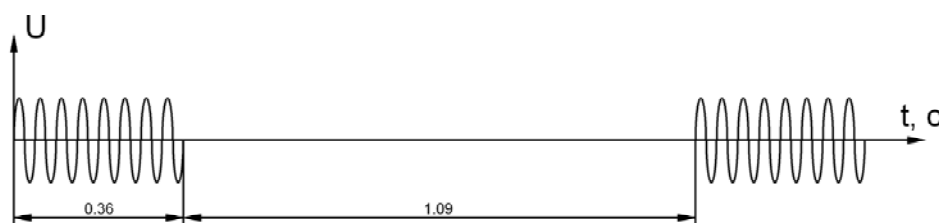


Рис. 2. Временная диаграмма радиосигнала «маячок» с частотой 22 Гц

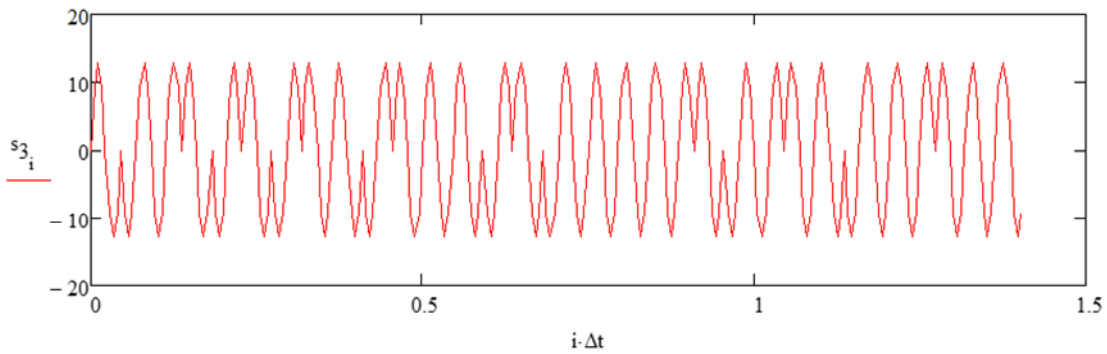


Рис. 3. Временная диаграмма фазоманипулированного сигнала (М-последовательность)

Известно, что за счет использования сложных сигналов, сформированных на основе М-последовательностей, вероятность ошибочного приема уменьшилась в 10,9 раза при спектральной плотности шума в 2 раза большей энергии сигнала [1].

Для применения фазоманипулированных сигналов был спроектирован микроконтроллерный приемник с возможностью корреляционного анализа.

Алгоритм корреляционной обработки приведен на рис. 4.

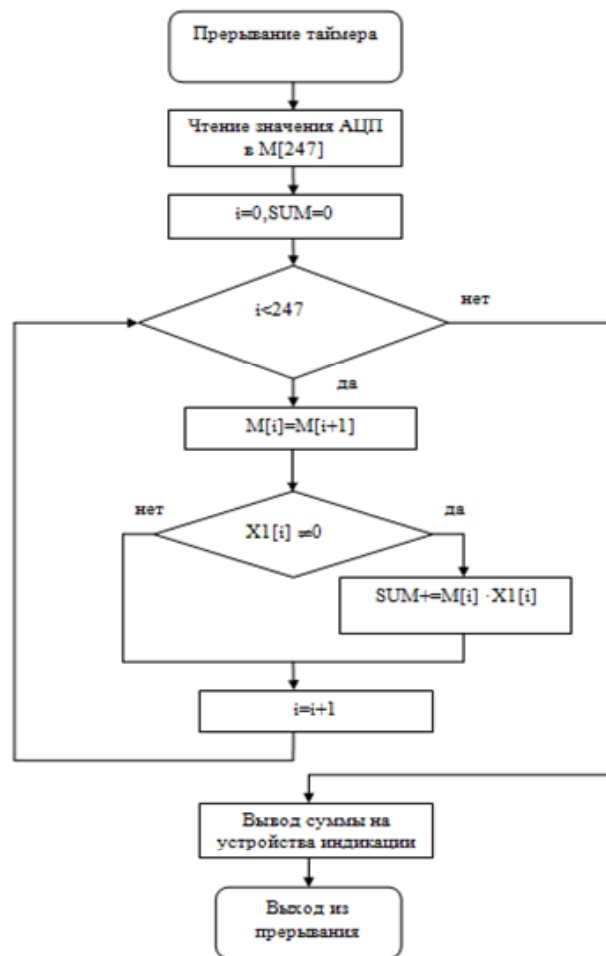


Рис. 4. Алгоритм корреляционной обработки входного сигнала

На устройстве индикации при совпадении кода последовательности с кодом входного сигнала будет наблюдаться пик автокорреляционной функции (рис. 5).

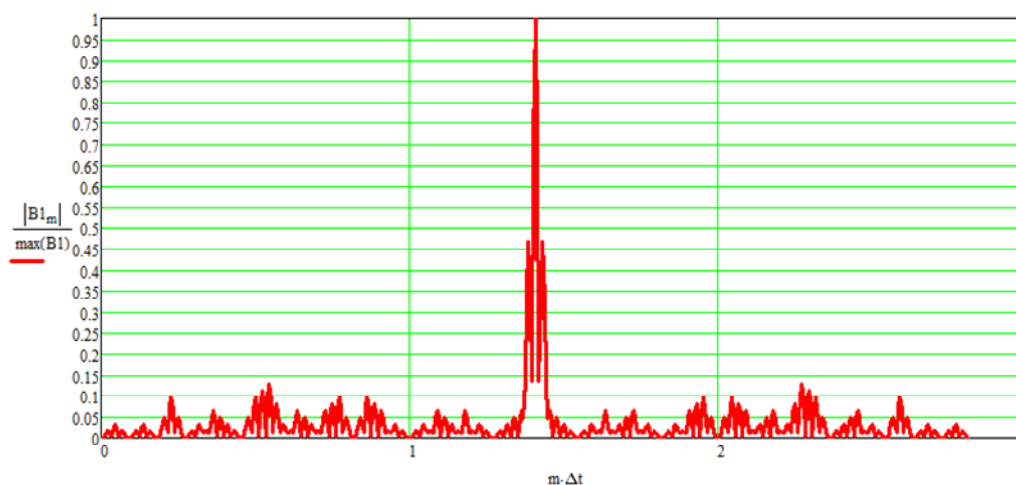


Рис. 5. Автокорреляционная функция M-последовательности

Микроконтроллерный модуль (МКМ) наземного устройства является двухканальным устройством, т. е. принимает измерительную информацию на два входа. МКМ принимает сигналы от двух локоаторов, расположенных на фиксированном расстоянии друг от друга вдоль нефтепровода, выводит информацию на местный дисплей, формирует с помощью аппаратно-программного драйвера высокочастотные информационные пакеты и передает их по сети Wi-Fi на выносной индикатор (планшет, либо Android-устройство). Данное решение позволяет в удобной форме производить сравнение информации, поступающей по двум каналам, и, таким образом, определять местоположение внутритрубного устройства. Особенностью схемы разрабатываемого устройства является наличие в ней двух микроконтроллеров ATXMEGA32A4. В функции первого входит управление 2-мя измерительными каналами, масштабирование и цифровая обработка сигналов, а также формирование Wi-Fi-пакетов для отсылки на выносной индикатор. Функцией второго микроконтроллера является индикация измерительной информации на местном отключаемом (в случае наблюдения информации на планшете) ЖК-индикаторе. Входные согласующие устройства в обоих каналах построены идентично и включают в свой состав масштабирующий усилитель-фильтр и управляемый цифровой потенциометр для нормировки сигналов перед аналого-цифровым преобразованием.

Литература

1. Злотник, Б. М. Помехоустойчивые коды в системах связи / Б. М. Злотник. – М. : Радио и связь, 1989. – 232 с. : ил.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ
СТЕКЛОПОРОШКОВ И СТЕКЛОПРИПОЕВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ****А. В. Попель***Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель А. А. Алексеенко

В процессе конструирования и создания современных изделий электронной техники неуклонно растет сложность в изготовлении как отдельных элементов, так и процесса получения стыковых соединений в узлы при их финишной сборке. Вследствие решения ряда конструкторских задач возникает необходимость соединения материалов, часто обладающих природной несовместимостью. Примерами могут служить узлы электронной техники, требующие соединения между собой таких разнородных веществ, как металлы, стекла, керамика и ситаллы. В силу своих свойств, востребованных при изготовлении изделий электронной техники, данные материалы давно получили широкое распространение в производстве электронных компонентов, но при условии решения проблемы их надежного соединения друг с другом. Из приведенного выше перечня веществ стекло является наиболее эффективным материалом с широкой областью применения, способным выполнять функцию связующего вещества-припоя, обладающего высокой контактной адгезией, качественными изолирующими характеристиками, низкой диэлектрической проницаемостью и тангенсом угла диэлектрических потерь. При соединении разнородных материалов стекло играет роль «переходного» слоя, одинаково эффективно взаимодействующего с соединяемыми материалами. Очевидно, что для каждого случая состав стеклопорошков или стеклоприпоев подбирается отдельно, в соответствии с требованиями по коэффициенту линейного термического расширения (КЛТР), термостойкости, химической стойкости, вязкости стекла в зависимости от температуры, диэлектрической и газовой проницаемостью и т. д. [1].

Целью проводимых исследований являлось изучение возможности получения стеклопорошков с физико-химическими свойствами, модифицированными в результате применения элементов нанотехнологий, а именно – путем проведения структурирующей термообработки стеклопорошка известного состава в восстановительной газовой среде или введением в стеклопорошок (стеклоприпой) наночастиц восстановленных металлов. В результате ожидалось уменьшение температуры плавления конечного стеклоприпоя и увеличение его адгезионного взаимодействия с контактирующей поверхностью. В качестве исходного образца было выбрано легкоплавкое стекло марки С52-1 следующего состава: SiO_2 – 72,84 %, B_2O_3 – 17,44, Al_2O_3 – 2,17, Na_2O – 4,54, K_2O – 3,0 % (концентрации указаны в молярных процентах). Данное стекло относится к молибденовой группе и используется для изготовления баллонов электронных ламп и изоляционных бус в электровакуумных полупроводниковых приборах и гибридных интегральных схемах [1], [2]. Основные свойства стекла приведены в таблице.

Стекло данной марки (и последующий стеклопорошок, получаемый на его основе) было синтезировано при помощи оборудования и исходных материалов, имеющих на базе Центра коллективного пользования дорогостоящим и уникальным оборудованием (находящегося в НИЛ ТКН УО «ГГТУ им. П. О. Сухого»). Для получения указанных выше молярных пропорций проводился пересчет имеющихся химических реагентов (солей и гидроксидов) в их соответствующие весовые концен-

трации с последующей предварительной термообработкой получившейся шихты до $T = 300\text{--}400$ °С. Далее осуществлялся ее размол до тонкодисперсного состояния с применением шаровой планетарной мельницы «Пульверизетте 5».

Основные физические свойства стекла марки 52-1 [1]

Параметр	Значение
Термическая стойкость при толщине образца 4 мм	180 °С
Средний коэффициент линейного температурного расширения в интервале температур от 20 до 300 °С/ТКР/	52,0×10 (7),1/К
Температура стеклования	522 °С
Температура размягчения (деформация)	585 °С
Температура размягчения (точка Литтлтона)	720 °С
Тангенс угла диэлектрических потерь при 106 Гц и температуре 20 °С	40×10 ⁴
Диэлектрическая проницаемость при 106 Гц и температуре 20 °С	7,5

Полученный порошок (шихта) компактировался в фарфоровом тигле и проходил термообработку на воздухе до состояния расплава в программируемой высокотемпературной электропечи «Heraeus, BL-1801». После проведения этапа варки стекла сформированная после инерционного остывания стекломасса извлекалась из тигля и переводилась или в состояние стеклопорошка, или вместе с тиглем проходила структурирующую термообработку в среде водорода. В дальнейшем полученный стеклопорошок (по составу соответствующий стеклу марки С52-1) разделялся на фракции при помощи вертикального колебательного ситового грохота модели «Аннализетте 3» и подвергался термообработке в среде водорода при $T = 350\text{--}450$ °С. Технология получения стекла и программа его варки в программируемой высокотемпературной электропечи «Heraeus, BL-1801» приведены на рис. 1.

Непосредственная модификация свойств вещества проводилась в кварцевом реакторе, соответствующем ГОСТ 18897–98 [3], и конструктивно состоящем из следующих элементов:

- электрическая трубчатая печь: для получения нужного диапазона температур и контроля над протекающими химическими реакциями;
- генератор водорода: для получения молекулярного водорода с постоянной скоростью подачи методом электролиза бидистиллированной воды;
- осушитель водорода на основе цеолита (является фильтром для сорбции молекул воды, содержащейся в водороде): для повышения степени чистоты протекающих реакций и достоверности проводимых экспериментов;
- запирающий водяной затвор, препятствующий попаданию и смешиванию атмосферного кислорода с разогретым до высоких температур водородом, находящимся в реакционной камере (а также и самим восстанавливаемым веществом).

В результате термообработки стеклопорошка в восстановительной среде на поверхности и по глубине исследуемого вещества протекали промежуточные восстановительные реакции. В частности, проходило восстановление оксидов до более низкой валентности и восстановление некоторых химически связанных веществ до элементного состояния. В общем случае при условии обработки стеклопорошка (или монолитного стекла) в водороде образуются нескомпенсированные валентные связи, что, в свою очередь, приводит впоследствии к образованию общих валентных связей с контактирующим веществом и увеличивает адгезионные параметры контактного

слоя на этапе пайки. При указанной термообработке стеклопорошков также происходит восстановление поверхностного слоя отдельных частиц, сопровождающееся их структурированием по всей глубине (как результат высокой проницаемости водорода). Возникает эффект активации поверхности частицы, дополненный изменением ее основных физико-химических постоянных. Управляя температурой, временем обработки, давлением и типом газовой среды в реакторе (водород, аргон, кислород), становится возможным изменять ряд свойств обрабатываемого материала, причем на любом этапе структурных превращений в шихте, предназначенной для изготовления стекла: предварительный отжиг, размягчение, стеклование, плавление или инертное остывание стекломассы.

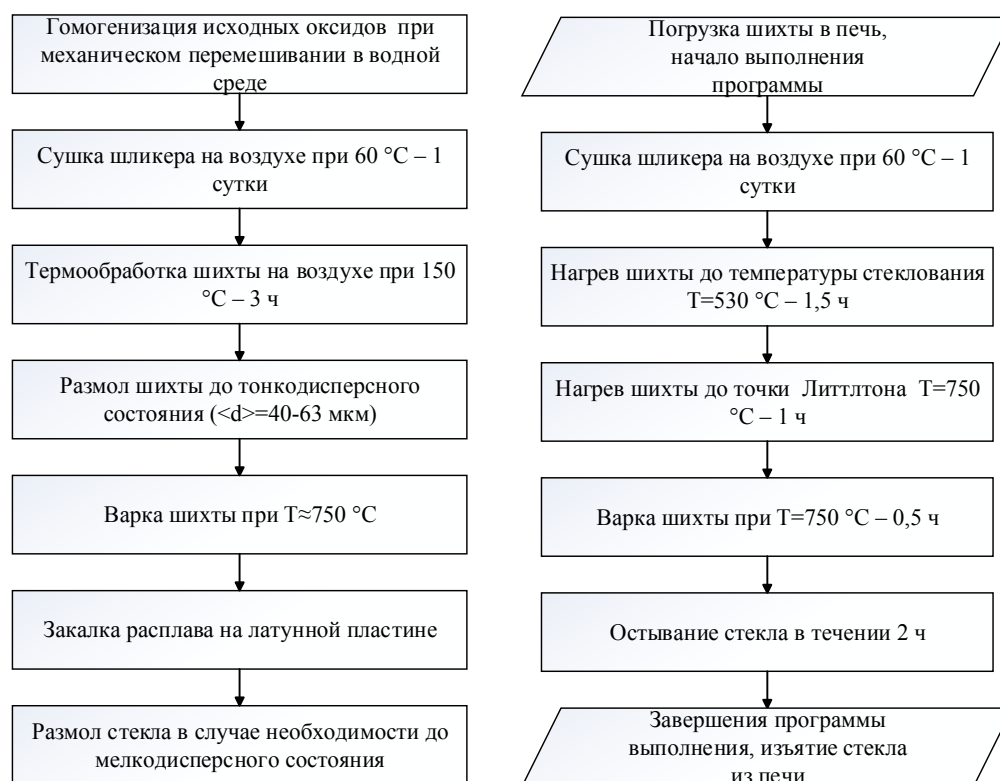


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения стекла марки C52-1 (слева) и блок-схема программы варки стекла в высокотемпературной электропечи модели «Heraeus, BL-1801» (справа)

В результате структурирующей термообработки планируется получить стеклопорошок со сниженной температурой плавления и улучшенной растекаемостью расплава относительно исходного материала, что позволит не только уменьшить энергозатраты при пайке, но и приведет к увеличению механической прочности, улучшению адгезионных свойств контактных соединений, а также понизит их газопроницаемость. Функциональные характеристики полученного стеклопорошка планируется протестировать в производственном цикле ОАО «ИНТЕГРАЛ» при производстве соответствующих компонент микросистемной техники.

Литература

1. Джурицкий, К. Б. Стекла зарубежных компаний для электронной техники / К. Б. Джурицкий // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. – 2009. – № 5. – С. 45–52.

2. Павлушкин, Н. М. Химическая технология стекла и ситаллов / Н. М. Павлушкин – М. : Стройиздат, 1983. – 432 с.
3. ГОСТ 18897–98 (ИСО 4491-2–97). Межгосударственный стандарт. Порошки металлические. Определение содержания кислорода методами восстановления. Потери массы при восстановлении водородом (водородные потери) // Изд. офиц. Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 2011. – Режим доступа: <http://standartgost.ru/ГОСТ%2018897-98>.

ДАТЧИК УГЛА НАКЛОНА НА ОСНОВЕ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРА

О. В. Поплавная, К. Н. Шелкович

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

Научный руководитель В. А. Хананов

Датчик угла наклона (инклинометр) – это прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли. В данной работе представлена разработка датчика угла наклона с точностью $0,5^\circ$, основанного на твердотельном микроэлектромеханическом (MEMS) акселерометре. В работе проведен математический анализ и выбор метода изменения; приведены результаты исследования прототипа; рассмотрены методы снижения влияния температурного дрейфа.

Вычисление угла наклона. На выходе акселерометра присутствует сигнал, пропорциональный проекции силы гравитации на чувствительную ось. В нашем случае это ось, перпендикулярная вектору силы гравитации земли, – ось X (рис. 1, *a*).

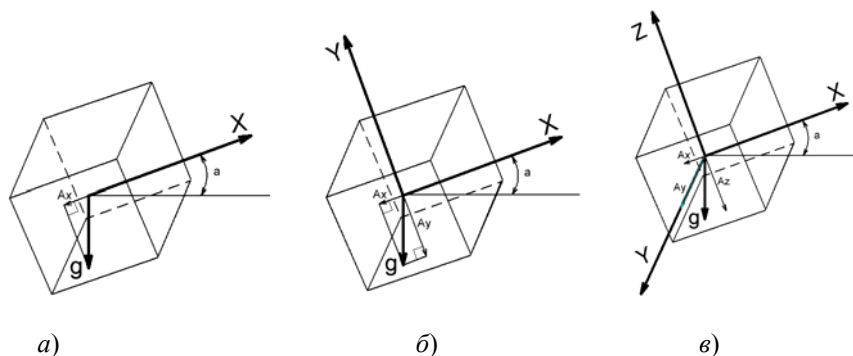


Рис. 1. Положение MEMS-акселерометра относительно вектора силы гравитации:
a – для одной чувствительной оси; *б* – для двух осей; *в* – для трех

Величина проекции зависит от угла наклона по синусоидальному закону [1] (1):

$$A_x = g \sin(\alpha), \quad (1)$$

где A_x – проекция вектора g на чувствительную ось X ; g – ускорение свободного падения; α – угол между осью акселерометра и горизонтом;

Соответственно, для вычисления угла наклона достаточно применить выражение (2):

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{A_x}{g}\right). \quad (2)$$

На точность измерения угла наклона влияют два параметра: чувствительность акселерометра и разрядность АЦП, которым производится оцифровка выходного сигнала. Стоит обратить внимание на тот факт, что чувствительность акселерометра снижается по мере приближения угла α к 90° . В ходе исследования не удалось достигнуть требуемой точности при приближении к $\alpha = 90^\circ$, применяя формулу (1).

Повысить чувствительность при углах α , близких к 90° , а следовательно, попасть в допуски возможно путем введения дополнительной оси чувствительности y , перпендикулярной оси x , но также находящейся в плоскости действия силы гравитации (рис. 1, б). Если ускорение, измеренное акселерометром по оси X , будет пропорционально синусу угла наклона, то значение ускорения, измеренное акселерометром по оси Y , – косинусу угла наклона (3):

$$\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = \cos(\alpha). \quad (3)$$

Если воспользоваться отношением двух проекций (что равно тангенсу угла альфа), то угол вычисляется следующим образом:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{A_x}{A_y}\right), \quad (4)$$

где A_y – проекция вектора g на чувствительную ось Y .

В тот момент, когда чувствительность по оси X будет уменьшаться, чувствительность по оси Y будет возрастать и компенсировать снижение. Следует отметить, что такая компенсация возможна только до тех пор, пока вектор силы тяжести находится в плоскости OXY (рис. 1, б). Для того чтобы наклон в плоскостях XOZ и YOZ не снижал точность измерений, целесообразно ввести третью ось Z (рис. 1, в). Следовательно, выражение (4) модифицируется следующим образом:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}}\right), \quad (5)$$

где A_z – проекция вектора g на чувствительную ось Z .

Калибровка акселерометра. Калибровку проводим с помощью метода четырех измерений, который основывается на применении только силы тяжести.

С учетом начального смещения и чувствительности сенсора, все получаемые значения от акселерометра представлены следующим образом [2]:

$$A_x = A_0 + KA_{\text{действ}} \sin(\alpha), \quad (6)$$

где A_0 – начальное смещение; K – коэффициент чувствительности; $A_{\text{действ}}$ – действительное значение ускорения, действующего на сенсор; α – угол между действующим ускорением и чувствительной осью.

Для начальной калибровки требуется найти величины A_0 и K . Для этого снимем показания с акселерометра в положениях, когда ось чувствительности последова-

тельно повернута на угол 0° , 90° , 180° и 270° относительно начального. После сложения показаний получим формулы для нахождения начального смещения и коэффициента чувствительности:

$$A_0 = \frac{1}{4}(A_1 + A_2 + A_3 + A_4); \quad (7)$$

$$KA_{\text{дейст}} = \frac{1}{2} \sqrt{(A_1 - A_3)^2 + (A_1 - A_3)^2}. \quad (8)$$

Исследование опытного образца. В качестве опытного образца был выбран акселерометр ADXL325BPCZ. Исследование влияния температурного дрейфа проходило следующим образом: исследуемый образец неподвижно фиксировался в печи и нагревался до температуры от 13 до 80°C . С шагом в 1°C проводилась запись показаний по трем осям. После проведения измерений были получены температурные зависимости дрейфа нуля для каждой оси акселерометра (рис. 2, а). По полученным значениям были рассчитаны углы по формуле (5) (рис. 2, б).

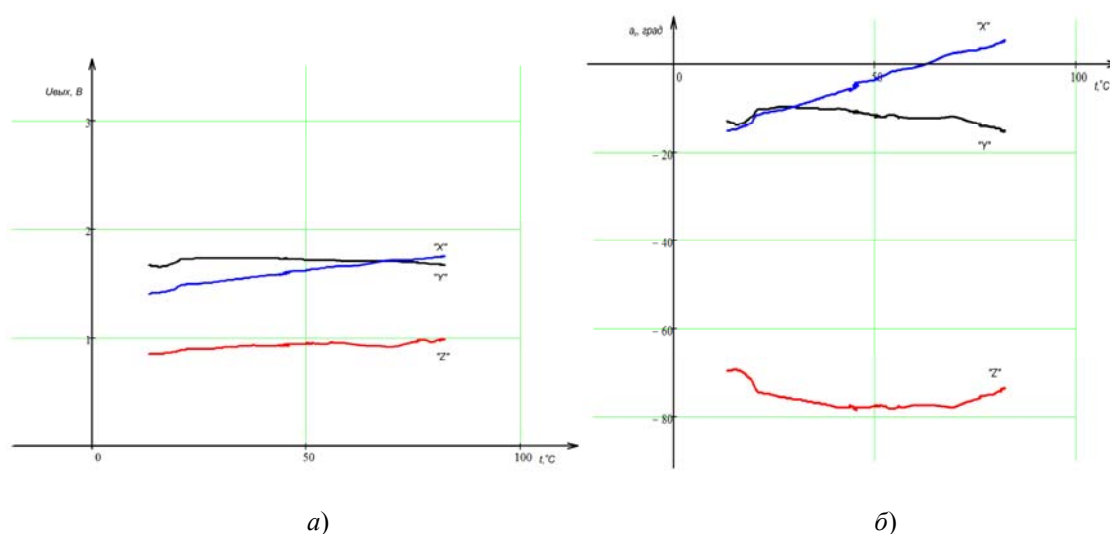


Рис. 2. Выходные сигналы:
а – напряжения на выходе акселерометра;
б – рассчитанные углы «трехосевым» методом

По графику видно, что максимальное отклонение по оси X составляет 20° . Это недопустимо для заданной точности измерений ($0,5^\circ$), поэтому необходимо уменьшить влияние температуры. Существуют два подхода для устранения влияния температурного дрейфа:

- 1) термостатирование;
- 2) применение калибровочной функции для текущей температуры акселерометра, рассчитанной по предварительно снятой температурной зависимости.

Первый способ требует высокого энергопотребления, поэтому неприменим для автономных устройств. Недостаток второго подхода – высокая трудоемкость.

Литература

1. Власенко, А. Инклинометр на базе микроконвертора ADuC845 и акселерометра adxl103 фирмы Analog Devices / А. Власенко // Компоненты и технологии. – 2006. – № 59.
2. Сысоева, С. Автомобильные Акселерометры. Часть 5. Перспективная элементная база поверхностных кремниевых емкостных mems-акселерометров / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2006. – № 57.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ
ПО ПРОТИВОПАВОДКОВОМУ МОНИТОРИНГУ**

П. Г. Потапов

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

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Л. А. Захаренко

Среди всех природных катастроф (засухи, ураганы, смерчи, землетрясения, магнитные бури, оползни, сели и др.) 66 % составляет ущерб от наводнений, что делает актуальным создание систем, способных прогнозировать и предупреждать о его наступлении. Именно информация, полученная на основе четко организованных программ мониторинга, является главным предварительным условием точных оценок состояния водных ресурсов и масштабов водных проблем. Так как зачастую водные ресурсы находятся в бассейнах, принадлежащих двум или более странам, то эти оценки существенно важны при подготовке соответствующих политических действий не только на местном, национальном, но и на трансграничном уровнях [1].

По территории Республики Беларусь проходит водораздел между бассейнами Балтийского и Черного морей. Около 45 % речного стока приходится на бассейн Балтийского моря и 55 % – Черного. В Беларуси 7 больших рек (длиной более 500 км) и все они, кроме реки Березина, являются трансграничными (в целом приток воды с территории соседних государств составляет 20,7 км³ в год или 36,2 %). Поэтому в контексте реализации Конвенции ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер и удовлетворения потребностей Беларуси и Украины в оперативной гидрометеорологической и экологической информации актуально совершенствование интегрированного управления водными ресурсами трансграничных территорий бассейна реки Днепр между Беларусью и Украиной. В рамках этого разрабатывается инновационный проект THEOREMS-Dnipro (Transboundary Hydro-metEORological and Environmental Monitoring System of Dnipro river), который будет способствовать налаживанию международного сотрудничества на всех этапах разработки стратегии комплексного управления водными ресурсами для бассейна реки Днепр в трансграничном масштабе.

Данный проект нацелен на повышение уровня оперативности и достоверности информации о комплексе гидрометеорологических и экологических параметров, характеризующих состояние трансграничных водных ресурсов бассейна реки Днепр; повышение уровня общественной осведомленности и понимания международных проблем использования водных ресурсов и их влияния на условия жизни и экономическую деятельность на трансграничных территориях бассейна реки Днепр; создание системы быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях при природных стихийных бедствиях на трансграничных территориях бассейна реки Днепр; расширение сотрудничества организаций Украины и Республики Беларусь, осуществляющих контроль и обмен информацией по гидрометеорологической и экологической ситуации трансграничных

водных ресурсов бассейна реки Днепр; снижение вероятности межгосударственных конфликтов при использовании трансграничных водных ресурсов.

Для реализации комплексного управления водными объектами будут проводиться разработанные мероприятия, представленные на рис. 1. Материалы, получаемые благодаря каждому из этих элементов, используются в последующих элементах цикла. Планируется вариант, когда в конце цикла информацию, необходимую для целей планирования, принятия решений и оперативного управления водными ресурсами, можно будет получать в виде доклада или другом согласованном формате. Это позволит четко представить, какого рода информация еще необходима для лучшего принятия решений и лучшего выполнения других задач с учетом того, что политика и/или цели тем временем могли измениться. Затем будет начат новый цикл, который позволит по-новому уточнить информационные потребности, «модернизировать» информационную стратегию и т. д. [2].

Для реализации целей проекта предполагается создание двух унифицированных автоматизированных гидрометеорологических/экологических постов (далее – ГМЭП) в местах многолетних гидрологических наблюдений трансграничной зоны реки Днепр (на белорусской стороне – гидропост «Лоев», на украинской стороне – «Неданчичи»). На рис. 2 представлен предварительный эскиз состава и конструкции ГМЭП. Комплекс мероприятий включает в себя: создание сенсорной системы с комплектом измерительных преобразователей (уровень, температура воды, температура воздуха, скорость ветра, количество осадков, радиационный фон, качественный анализ воды по основным маркерам загрязнения); разработка системы электропитания ГМЭП с использованием принципов «зеленой» энергетики; разработка программно-алгоритмического обеспечения ГМЭП; разработка информационной системы верхнего уровня для дистанционного конфигурирования измерительной/телекоммуникационной системы каждого ГМЭП; создание телекоммуникационной системы представления измерительной информации в реальном масштабе времени на Web-ресурсах, а также для визуального и цифрового представления измерительной информации гидрологическим, метеорологическим службам, службам радиационного контроля и экологического мониторинга Беларуси и Украины; создание телекоммуникационной системы оперативного извещения служб МЧС Беларуси и Украины об опасных значениях регистрируемых параметров.



Рис. 1. Мониторинг и оценка, проводимые в целях управления водными ресурсами

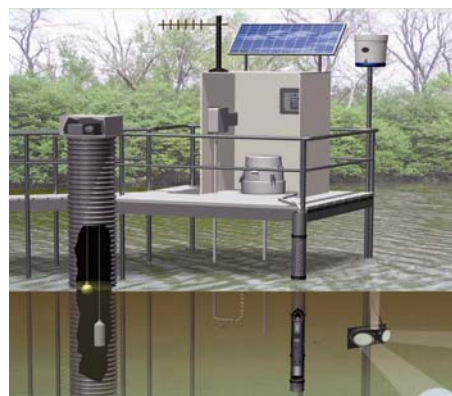


Рис. 2. Предварительный эскиз состава и конструкции ГМЭП

Разработана структурная схема (рис. 3) [3], выбраны датчики гидрометеорологических величин, разработаны измерительные и телекоммуникационные преобразователи для них. В качестве микроконтроллера измерительного блока использована микросхема ATmega128, а в качестве менеджера гидрологического поста – одноплатный компьютер Raspberry Pi. Инструментальной платформой базовой станции является одноплатный компьютер Cubietruck. Измерительная станция предназначена для сбора информации непосредственно с датчиков, предварительной обработки ее и отправки на базовую станцию. Измерительная станция оснащена беспроводным каналом связи (на основе ИМС NRF24L01) для передачи на одноплатный компьютер дополнительных параметров метеобстановки гидропоста. После чего информация передается на базовую станцию с помощью следующих интерфейсов с использованием TCP/IP-протокола: GSM/GPRS-модуля, Wi-Fi, WCDMA, xPON. После обработки на базовой станции данные передаются потребителям информации посредством Internet, Ethernet, Wi-Fi. Видно, что система может осуществлять свое функционирование через различные линии связи, в том числе и интернет, что, в свою очередь, позволяет размещать контролируемые объекты на любом расстоянии друг от друга. Во время передачи информации через открытые каналы связи применяется шифрование, что обеспечивает высокую защиту информации от кражи, а также от несанкционированного подключения. Структура системы конфигурируется для измерения конкретных параметров с минимальными материальными затратами.

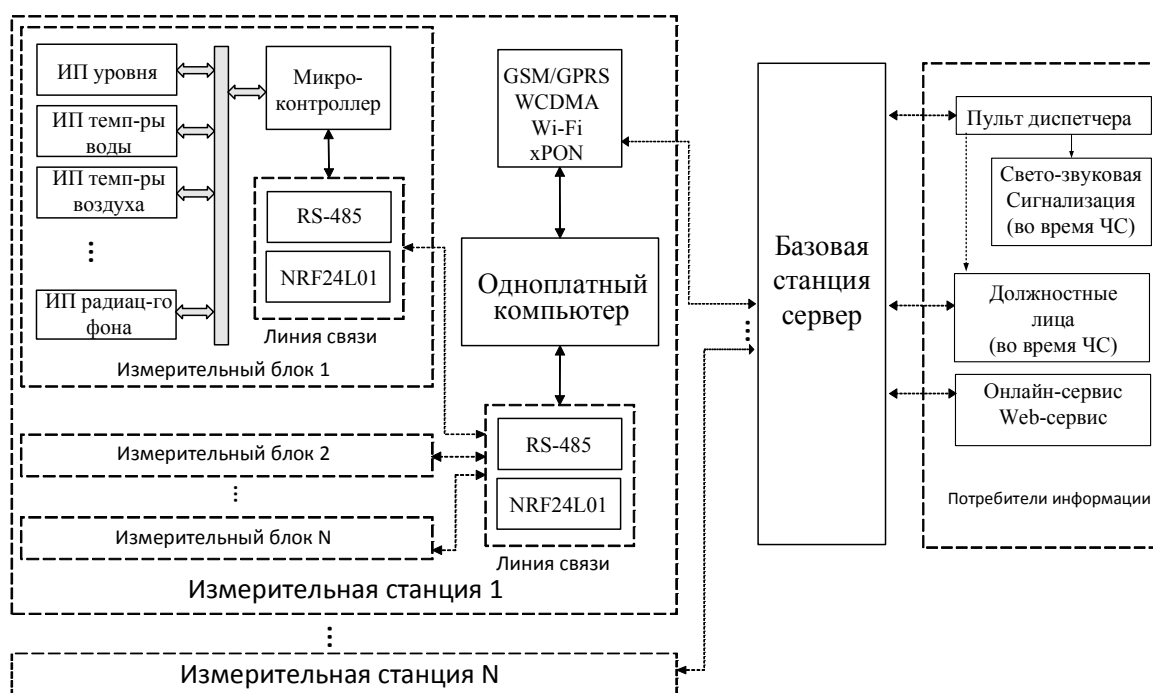


Рис. 3. Структурная схема системы, где ИП – измерители-преобразователи

Web-сервис будет представлять собой карту с нанесенными маркерами – измерительными станциями, при выборе которых отображаются гидрометеопараметры в виде данных-графиков (рис. 4), полученных с выбранной измерительной станцией. В случае превышения опасного уровня воды на карте диспетчерского пульта подсвечивается маркер измерительной станции, на которой это произошло.

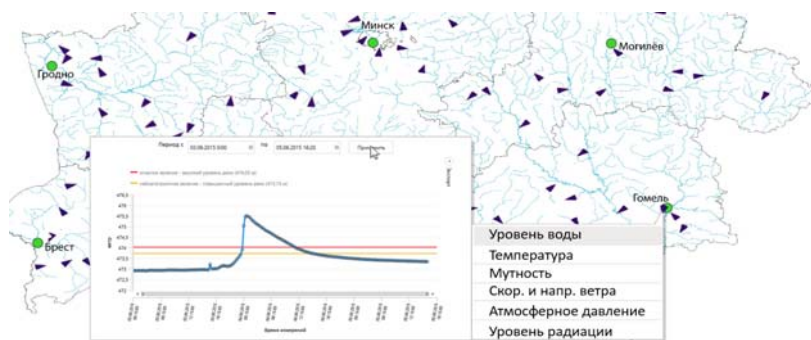


Рис. 4. Примерный вид работы Web-сервиса

Реализация всего выше сказанного позволит достигнуть цели проекта THEOREMS-Dnipro, среди которых – создание возможностей для проведения оценок текущего количественного и качественного состояния вод, поддержки процесса принятия решений и оперативного управления водами в критических ситуациях, что подчеркивает перспективность трансграничного сотрудничества Беларуси и Украины.

Литература

1. Стратегический подход к мониторингу и оценке трансграничных рек, озер и подземных вод / UNECE – 2006. – Режим доступа: www.unece.org/env/water/publications/documents/SMA_r.pdf. – Дата доступа: 17.03.2016.
2. Руководство по интегральному управлению водными ресурсами в трансграничных бассейнах рек / Global Water Partnership – 2012. – Режим доступа: www.gwp.org/PageFiles/76433/INBO_Handbook2_Rus.pdf. – Дата доступа: 03.03.2016.
3. Потапов, П. Г. Информационный центр системы паводкового мониторинга / П. Г. Потапов // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 23–24 апр. 2015 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2015. – 509 с. – С. 269–273.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ ЭКСИТОН-ПЛАЗМОННЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЕРМАНИЯ

О. А. Титенков

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

Научный руководитель А. А. Алексеенко

Исследования технологий получения наноструктурированных веществ, принципы функционирования которых связаны с проявляемыми плазмонными эффектами и экситон-плазмонным взаимодействием, являются актуальным направлением в области создания конструкционных материалов для нанотехнологических решений в оптоэлектронике [1]. Плазмоны представляют собой оптически возбужденные состояния электронной плазмы на границе раздела металла и диэлектрика, а экситоны – электронные возбужденные состояния в полупроводниковых материалах. В ряде частных случаев изучение экситон-плазмонного взаимодействия позволило установить возможность усиления интенсивности люминесценции в нанокристаллах и наночастицах со структурой типа «ядро–оболочка» [1]. Наиболее известные материалы, при-

меняемые для создания оболочки, – тонкие пленки на основе серебра или золота (так как они позволяют возбуждать плазмоны в видимом диапазоне длин волн). В нашем случае ядро наночастицы формировалось на основе наночастиц восстановленного германия, для которых существует зависимость положения максимума пика люминесценции от размеров самих наночастиц, причем люминесценция также наблюдается в видимом спектральном диапазоне длин волн [2]. С другой стороны, известно, что в наночастицах германия хорошо выражены эффекты квантового ограничения, что открывает возможность их потенциального использования в устройствах опто-электронной техники [2], [3].

С целью получения эффекта экситон-плазмонного взаимодействия формировались композиционные высококремнеземные материалы, содержащие наночастицы состава «ядро–оболочка». Стандартными методами наночастицы германия получают с помощью технологии ионной имплантации, заключающейся во введении атомов примесей в поверхностный слой подложки или эпитаксиальной пленки на ней, путем бомбардировки внешней поверхности пучком ионов высоких энергии [3]. Также используются методы осаждения сверхстехиометрических слоев оксида или многослойных структур с последующим оксидированием [4]. В таких случаях становится возможным получить пленочные наноструктуры, проявляющие эффекты экситон-плазмонного взаимодействия. В нашем случае решалась задача по формированию объемного материала, содержащего отдельно локализованные микро- и наночастицы Ge° правильной сферической формы, что достигалось с помощью применения методов коллоидной химии и специальных технологических приемов термообработки синтезируемых материалов в контролируемой газовой среде.

Технология получения наночастиц Ge° предполагала использование одного из видов золь-гель метода, в котором матрицей-носителем наночастиц Ge° являлись высокопористые заготовки на основе пирогенного кремнезема (технологическое название – аэросил). На рис. 1 схематически отображена последовательность основных технологических этапов получения описываемых композиционных наноструктурированных материалов. Формирование микро- и наночастиц Ge° проводилось при термообработке матриц состава $\text{SiO}_2:\text{GeO}_2$ в среде водорода при температурах 600–1000 °С. Взаимная химическая инертность исходных веществ в указанном интервале температур позволяет сформировать отдельно локализованные микро- и наночастицы восстановленного германия в SiO_2 -матрицах. С целью получения на поверхности микро- и наночастиц Ge° тонкой металлической пленки или островков металла производилась их температурная обработка в парах меди с последующим инерционным остыванием в присутствии инертной газовой среды (применялся аргон).

Изучение стехиометрического состава микро- и наночастиц Ge° , а также морфологии их поверхности проводилось с помощью методов рентгеновской дифракции и атомно-силовой микроскопии, соответственно.

На рис. 2 приводится изображение состояния поверхности микрочастицы Ge° , полученное с помощью метода атомно-силовой микроскопии. Наблюдается высокая однородность поверхности микрочастицы Ge° , что позволяет применить ее в качестве основы для создания сенсорного элемента, обладающего эффектом экситон-плазмонного взаимодействия, а именно – сферического микрорезонатора [1].



Рис. 1. Основные технологические этапы получения микро- и наночастиц Ge^0 состава «ядро–оболочка»

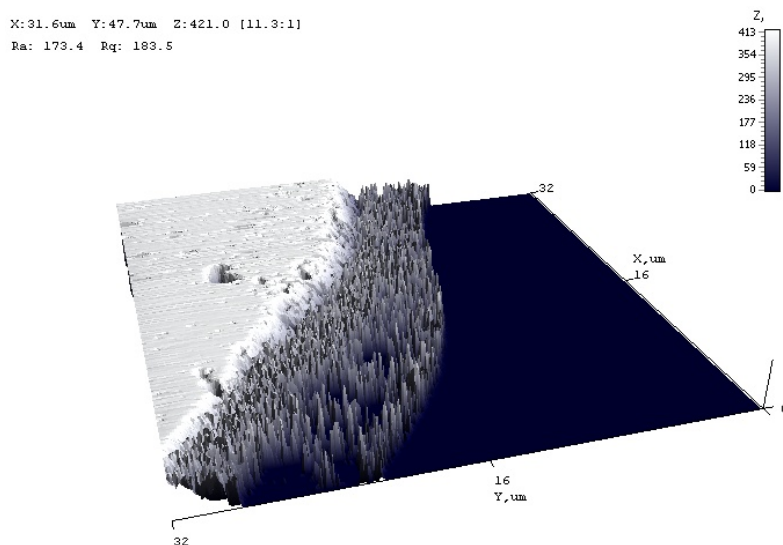


Рис. 2. Изображения наночастицы германия (скол), полученные методом АСМ-микроскопии

Для эффекта плазмонного резонанса условия получения наночастиц дисперсия их размеров и стехиометрический состав позволяют управляемо влиять на положение и интенсивность максимума полосы плазмонного резонанса, что широко применяется для создания оптических и нелинейно-оптических сенсоров, предназначенных для детектирования большого спектра веществ, в основном, биологического происхождения, малых и сверхмалых концентраций [5]. В нашем случае материалы с эффектом экситон-плазмонного взаимодействия могут быть эффективно использованы для непрямого возбуждения поверхностных плазмонов, что достаточно широко применяется в спектральном анализе для усиления сигнала комбинационного рассеяния детектируемых молекул и веществ [1].

В заключение необходимо отметить, что в результате проведенных исследований была показана возможность синтеза отдельно локализованных микро- и наночастиц Ge^o состава «ядро–оболочка», предположительно, способных подавлять или усиливать фотолюминесценцию в зависимости от условий их локализации и структурного состава: описана технология получения микро- и наночастиц восстановленного германия, рассмотрена возможность модификации их поверхности для получения структур состава «ядро–оболочка» и практическое использование синтезированных микро- и наночастиц в оптоэлектронной технике (определены поверхностные эффекты, которые дают возможность применить получаемые экситон-плазмонные наноматериалы в качестве сенсорных устройств). Область дальнейших практических приложений полученных наноструктурированных веществ – создание «бесконтактных» сенсорных устройств на основе наночастиц правильной геометрической формы с модифицированной поверхностью, а также решение задач по получению гибридных материалов в виде чередующихся нанослоев, сформированных из мишеней на основе микро- и наночастиц состава «ядро-оболочка» под действием высокоэнергетических пучков.

Литература

1. Артемьев, М. В. Новые неорганические соединения и материалы на основе микро- и наноразмерных частиц: получения, свойства, применения / М. В. Артемьев. – Минск : БГУ, 2015. – 151 с.
2. Structure and photoluminescence of Ge nanoparticles with different sizes embedded in SiO₂ glasses fabricated by a sol-gel method / Yanga Heqing [et al.] // Journal of Crystal Growth – 2004. – Vol. 261. – P. 549–556.
3. Герасименко, Н. Н. Кремний – материал нанoeлектроники / Н. Н. Герасименко, Ю. Н. Пархоменко. – М. : Техносфера, 2007. – 352 с.
4. Исследование нанокompозитных структур SiO₂:Me, сформированных путем сегрегации металла фронтом окисления кремния в слоях Si:Me / К. Ю. Максимова [и др.] // Перспективные материалы. – 2010. – № 2. – С. 33–38.
5. Мамичев, Д. А. Оптические сенсоры на основе поверхностного плазмонного резонанса для высокочувствительного биохимического анализа / Д. А. Мамичев, И. А. Кузнецов, Н. Е. Маслова // Молекулярная медицина. – 2012. – № 6. – С. 19–27.

АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЕНТИЛЯЦИОННЫХ РЕЖИМОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

А. С. Третьяков, О. А. Капитонов

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

Научный руководитель Г. С. Леневский

Одним из важных факторов длительной и безотказной работы асинхронного электродвигателя является обеспечение номинального теплового режима работы. При этом важно, чтобы вентилятор обеспечивал расход воздуха, достаточный для эффективного вывода из двигателя тепловых потерь. Поэтому одним из пунктов испытаний двигателя должны быть тепловентиляционные испытания.

Для решения данной проблемы, а также для исследования тепловых режимов и вентиляторов электрических машин был разработан научно-исследовательский комплекс. Общий вид комплекса представлен на рис. 1.

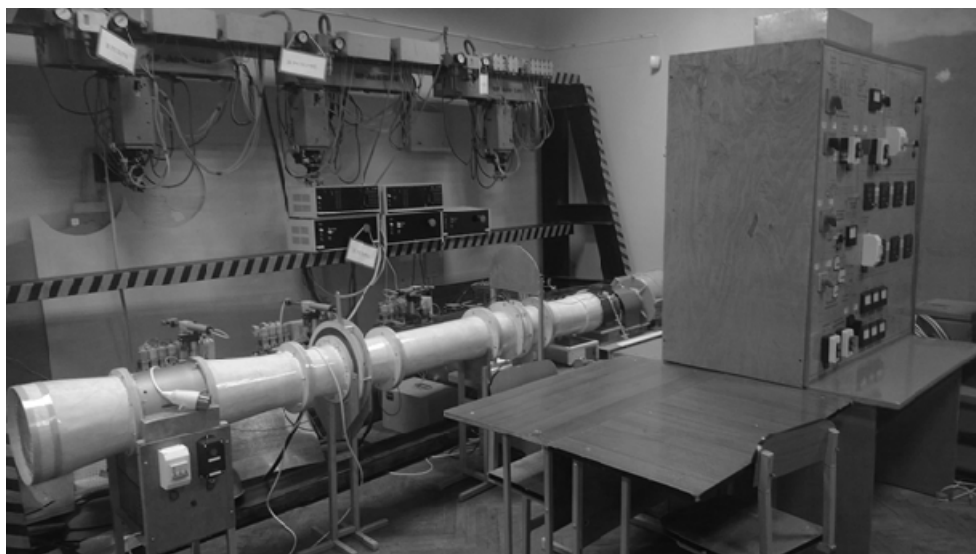


Рис. 1. Научно-исследовательский комплекс

В процессе настройки комплекса и тестовом проведении эксперимента выявились следующие проблемы:

- сложность конструкции;
- большое количество манипуляций при включении данного комплекса;
- большое количество регистрируемых величин;
- перегруженность комплекса измерительными приборами;
- необходимость ручного управления нагрузки испытуемого асинхронного электродвигателя;
- необходимость применения микропроцессорной техники для автоматизации управления и регистрации контролируемых величин.

Для решения данных вопросов было решено применить персональный компьютер в качестве верхнего уровня системы управления и аппаратуру фирмы «Овен» для формирования системы автоматизированного эксперимента.

Персональный компьютер представляет собой верхний уровень системы автоматизированного управления, который предназначен для следующего:

- настройка и программирование измерительных, управляющих и контрольных приборов и датчиков среднего и нижнего уровней;
- программирование параметров эксперимента;
- программирование режима работы испытуемого электродвигателя и его нагрузки;
- настройка отображаемых и регистрируемых величин;
- настройка программируемого логического контроллера для управления комплексом.

Для настройки и программирования измерительных, управляющих и контрольных приборов и датчиков среднего и нижнего уровней перед началом эксперимента используется фирменное программное обеспечение, шедшее в комплекте с приборами.

Для программирования параметров эксперимента используется программное обеспечение LabView. С помощью данной программы программируется время эксперимента, продолжительность включения испытуемого асинхронного электродвигателя, выбираются каналы регистрируемых величин и т. д. Для отображения регистрируемых величин используется программа Trace Mode v6.

В качестве нагрузки для испытуемого асинхронного электродвигателя выступает двигатель постоянного тока, у которого якорь замкнут на активное сопротивление. Для регулирования нагрузки используется канал напряжения возбуждения. Регулирование нагрузки заключается в регулировании напряжения возбуждения двигателя постоянного тока как по амплитуде, так и по времени. Управляющая программа позволяет сформировать график изменения нагрузки любой формы и на весь период эксперимента.

Средним уровнем системы управления является программируемый логический контроллер и архиватор. Связь между верхним и нижним уровнем осуществляется посредством преобразователя интерфейсов АС-3М (переход от интерфейса RS-232 к интерфейсу RS-485).

Архиватор МСД-200 является верхним подуровнем и работает в режиме Master. Данный прибор предназначен для архивирования регистрируемых величин.

Программируемый логический контроллер является нижним подуровнем и предназначен:

- для управления силовыми каналами испытуемого асинхронного электродвигателя;
- первичная обработка поступающей информации с последующей ее передачей на следующий уровень;
- управление нагрузкой;
- запуск/останов эксперимента.

В рассматриваемом комплексе предусмотрено несколько силовых каналов для испытуемого электродвигателя:

- канал трехфазного синусоидального напряжения (прямой пуск и пуск на пониженном напряжении);
- система «Преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель»;
- система «Тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный электродвигатель».

Запуск эксперимента осуществляется подключением одного из вышеназванных каналов.

Данный прибор работает в режиме Slave.

Для удобства управления и сбора информации все цифровые приборы объединены в единую сеть RS-485.

Все датчики можно разделить на три группы:

- измерение температуры перегрева отдельных частей испытуемого асинхронного электродвигателя;
- измерение параметров воздушного потока и вентилятора испытуемого асинхронного электродвигателя;
- измерение параметров питающей сети и электромагнитной совместимости.

Для измерения температурных режимов используются датчики температуры (термопары), монтируемые на испытуемый электродвигатель. Эти датчики подключаются к двухканальным измерителям ТРМ-200. Для измерения температуры обмотки статора используется опыт «вольтметра-амперметра».

В качестве измерительного элемента давления воздушного потока выступает пневмоэлектрический преобразователь давления типа РС-28G, расхода воздуха – преобразователь разности давлений газов APR-2000G. Датчик температуры устанавливается в трубе на расстоянии двух диаметров вентилятора от начала аэродинамической трубы. Все три датчика подключаются к расходомеру ОВЕН РМ-1. Расходомер РМ-1 представляет собой средство для измерения расхода и давления воздуха вентилятора в режиме онлайн.

Для измерения скорости потока воздуха в аэродинамической трубе используется анемометр.

Таким образом, система автоматизированного эксперимента после настройки параметров эксперимента сама запускает комплекс, двигатель, инициализирует измерительные приборы и контролирует протекание процесса.

Конечным итогом экспериментальных исследований является массив сохраненных данных, который располагается в архиваторе МСД-200 и сохраняется на персональном компьютере.

В перспективе предполагается разработать программное обеспечение, которое позволит в режиме реального времени после окончания эксперимента и отключения испытуемого электродвигателя автоматически строить графики экспериментальных данных.

Литература

1. Третьяков, А. С. Разработка системы автоматизированного эксперимента для исследования тепловентиляционных режимов асинхронных электродвигателей / А. С. Третьяков // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых / Белорус.-Рос. ун-т. – Могилев, 2015. – С. 164.

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМБАЙНОВ ДЛЯ ПО «ГОМСЕЛЬМАШ»

А. С. Уткин

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

Научный руководитель Э. М. Виноградов

Целью данной работы является разработка микропроцессорного модуля и написание веб-сервера, которые позволят автоматизировать диагностику комбайнов. Данный вопрос актуален ввиду необходимости максимально быстрой диагностики и устранения неисправности в момент уборки урожая, что в данный момент не всегда возможно из-за отсутствия кадров и физической возможности быстро добраться в требуемое место.

Разработка состоит из двух частей: разработка электронного модуля и веб-сервера. В первую часть входит выбор микроконтроллера и устройства передачи данных, написание для микроконтроллера программного обеспечения и разработка электронной схемы. В качестве микроконтроллера используется STM32F429ZIT6, примером для отладки может служить плата STM32F429 Discovery, которая представлена на рис. 1.

STMicroelectronics отличается от других производителей полупроводников прекрасным соотношением «цена/функционал» при сохранении самых высоких стандартов качества. Семейство STM32 – яркий пример этого.

Краткие характеристики микроконтроллера STM32F429ZIT6:

- ядро – ARM Cortex M4;
- ширина шины данных – 32 bit;
- максимальная тактовая частота – 180 MHz;
- размер программной памяти – 2048 kB;
- размер ОЗУ данных – 256 kB;
- разрядность АЦП – 12 bit;
- температурный режим – от –40 до + 85 °С;
- доступные аналоговые/цифровые каналы – 24;

- тип ОЗУ данных – SRAM;
- тип интерфейса – CAN, I2C, SAI, SDIO, SPI, UART, USART, USB;
- количество входов/выходов – 114 I/O;
- количество таймеров – 14 Timer;
- встроенный в чип ЦАП – With DAC;
- тип памяти программ – Flash.



Рис. 1. Отладочная плата STM32F429 Discovery

Стоит отметить, что для данного проекта ключевыми параметрами являются быстроедействие, присутствие CAN и USART интерфейса, температурный режим работы и помехозащищенность. При дальнейшем развитии данного проекта возможно будут задействованы SPI – для подключения флеш карты и записи логов, USB – для возможности подключения к ПК, АЦП – для ручной диагностики аналоговых датчиков.

В качестве модуля передачи информации на веб-сервер будет использоваться GSM модуль SIM900, отладочная плата представлена на рис. 2.



Рис. 2. Отладочный плата с модулем SIM 900

SIM900 – представитель нового поколения GSM/GPRS модулей компании SIMCom. При разработке модуля были учтены вопросы надежности встроенного программного обеспечения, введены новые режимы энергосбережения, существенно уменьшены габариты. Ключевые преимущества: низкая цена, популярный форм-фактор с торцевыми контактами, позволяющими использовать широко доступные технологии монтажа и контроля пайки, удобный встроенный TCP/IP стек. Это позволяет использовать модуль в широкой номенклатуре изделий, включая персональные и автомобильные трекеры, системы безопасности и промышленной автоматики, и в других областях.

Основные характеристики GSM модуля SIM900:

- четыре диапазона GSM – 850/ 900/ 1800/ 1900 МГц;
- класс передачи данных GPRS – multi-slot class 10/8;
- соответствие стандарту GSM фазы 2/2+;
- управление AT командами (GSM 07.07, 07.05 и фирменные AT команды SIMCom);
- аудиокодеки HR, FR, EFR, AMR, подавление эха;
- CSD – до 14,4 кб/с;
- PPP-стек;
- встроенный стек TCP/IP, UDP/IP;
- MUX (07,10);
- протоколы HTTP и FTP;
- протокол защищенных сокетов SSL;
- декодирование DTMF-тонов.

В качестве дополнительных функций доступно:

- eMail – формирование и отправка электронных писем посредством AT-команд;
- SMS Autorun – исполнение AT-команд, полученных по SMS от определенного абонента;
- 2,5 Mb user memory – встроенная память для пользовательских данных;
- MMS – формирование, дополнение пользовательскими файлами и отправка с помощью AT-команд;
- AMR play – воспроизведение аудиофайлов в динамик или в сторону удаленного абонента;
- Jamming Detection – функция обнаружения глушения сигнала;
- FOTA – обновление прошивки модуля по беспроводному каналу;
- Easy Scan – получение информации об окружающих базовых станциях без подключения SIM-карты;
- PING – проверка доступности адреса в Internet посредством обмена ICMP пакетами.

Данный модуль имеет полную документацию по командам управления (AT-команды) и поддерживает необходимый протокол обмена: HTTP. При необходимости увеличения скорости передаваемых данных или шифрования на стороне контроллера можно воспользоваться протоколом TCP.

GSM модуль подключается к микроконтроллеру по USART интерфейсу. Алгоритм работы следующий: данное устройство подключается к CAN сети комбайна, откуда принимает требуемые данные, передает их по USART интерфейсу GSM модулю SIM900, который в дальнейшем отправляет их по протоколу HTTP на веб-сервер.

Вторая часть – разработка веб-сервера. Его задачей является получение информации, обработка, сохранение и предоставление пользователю в удобном виде, на рис. 3 представлена архитектура проекта.

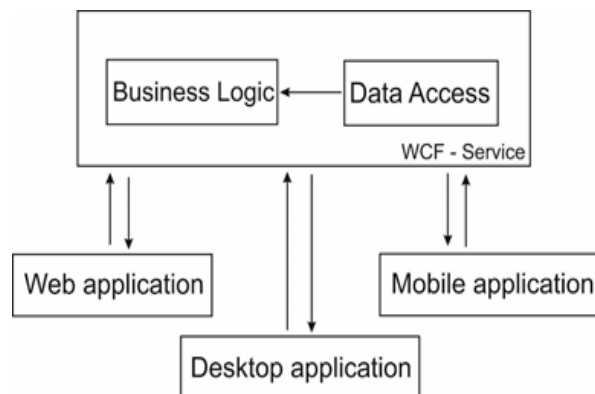


Рис. 3. Архитектура приложения

При разработке применяется стек технологий от компаний Microsoft, его преимущества будут описаны ниже. В качестве платформы разработки используется .NET Framework, язык программирования C#. Логика работы приложения разделена на две части: WCF – сервис, который занимается всеми вопросами, связанными с обработкой данных, их хранением и UI – веб-приложение, которое отвечает за отображение данных пользователю. При таком разделении получаем, что при необходимости изменения дизайна предоставляемых данных пользователю мы не зависим от логики работы с данными, так как по существу используем открытые интерфейсы. С другой стороны, при оптимизации работы с данными или изменении хранилища данных пользователь не заметит визуальных изменений. В свою очередь, логика работы на WCF-сервисе разделена на два слоя: Business logic и Data access. Первый отвечает за обработку данных и предоставление пользователю, второй – за работу с базой данных. В качестве базы данных используется Microsoft SQL Server, при разработке применяется ORM-технология Entity Framework и подход Code First. Это ускоряет разработку и имеет ряд преимуществ: если в дальнейшем появится необходимость мобильного приложения для диагностики (нередки случаи, когда на поле отсутствует сотовая связь), т. е. необходимость во встраиваемой базе данных, например, SQLite. Данная ORM-технология позволит быстро сформировать базу данных для мобильного устройства. Веб-приложение разрабатывает с применением ASP.NET MVC.

Важным моментом в дальнейшей разработке является то, что возможно написание программного обеспечения для разных устройств. Веб-приложение – ASP.NET MVC, десктопное – WPF, мобильное – Xamarin Studio (поддерживает разработку под Android, IOS, Windows Phone). При этом будет использоваться один язык программирования – C#, и все эти приложения смогут взаимодействовать с одним WCF-сервисом, и будут только по-разному отображать данные, в зависимости от требования заказчика. В этом и заключаются преимущества стека технологий, предоставляемых Microsoft.

В результате данная разработка позволит автоматизировать диагностику техники, что снизит время простоя техники в момент уборки урожая, так как будет проводиться удаленная диагностика и не нужно будет дожидаться приезда специалиста. Уменьшится стоимость диагностики за счет импортозамещения.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ГИДРОАППАРАТУРОЙ

В. А. Черехун

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

Научный руководитель А. В. Ковалев

В настоящее время все исполнительные механизмы и рабочие органы установок с гидроприводом, которые применяются при строительстве, содержании и ремонте дорожных покрытий, промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, лесозаготовительной промышленности и т. д., приводятся в движение гидромоторами или гидроцилиндрами. При эксплуатации гидропривода одной из самых важных задач является контроль над расходом гидравлической жидкости [1].

В качестве рабочей жидкости (РЖ) в гидросистемах наиболее распространены минеральные масла на нефтяной основе. РЖ, как и любая жидкость, имеет свойство вязкости, которая меняется при изменении температуры РЖ (рис. 1, б) [2]. При росте температуры РЖ ее вязкость падает, что приводит к падению давления на выходе гидронасоса и, как следствие, к падению КПД гидронасоса, а следом – и всей гидросистемы (рис. 1, а) [3]. Поэтому необходимо узнать, каким образом на характеристики гидросистемы оказывают влияние параметры гидрожидкости.

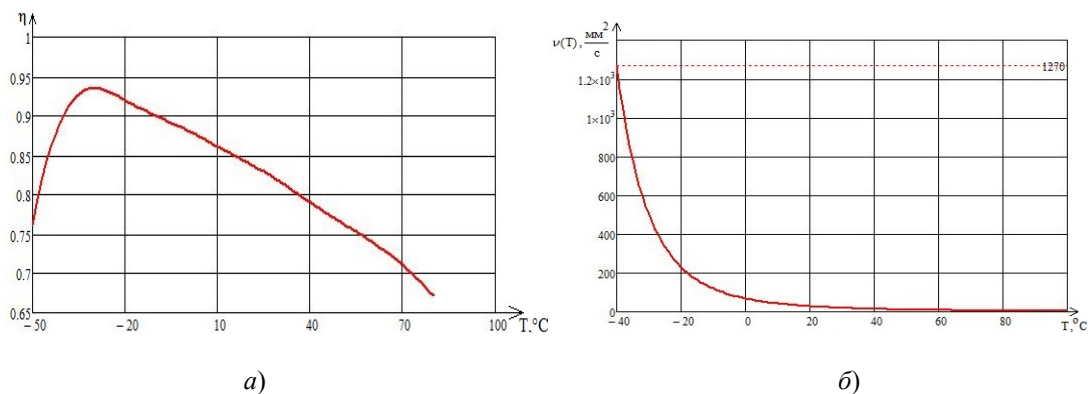


Рис. 1. Зависимость вязкости гидрожидкости ВГМЗ от ее температуры (а); зависимость КПД гидромотора НШ-32 от изменения температуры гидравлического масла МГ-15В (б)

Для управления расходом рабочей жидкости повсеместно применяются регуляторы расхода различной конструкции. Управление регуляторами может быть выполнено как вручную оператором гидросистемы, так и с помощью электропропорционального магнита (ЭПМ). На рис. 2 отображена экспериментально снятая характеристика зависимости расхода гидронасоса НШ-32 от тока, протекающего в ЭПМ, где Q_1 – расход в л/мин по восходящей ветви изменения тока, а Q_2 – по нисходящей. Как видно, реальная характеристика имеет гистерезис, который можно различными программно-техническими комплексами мер снизить. Для анализа была выбрана восходящая ветвь регулирования.

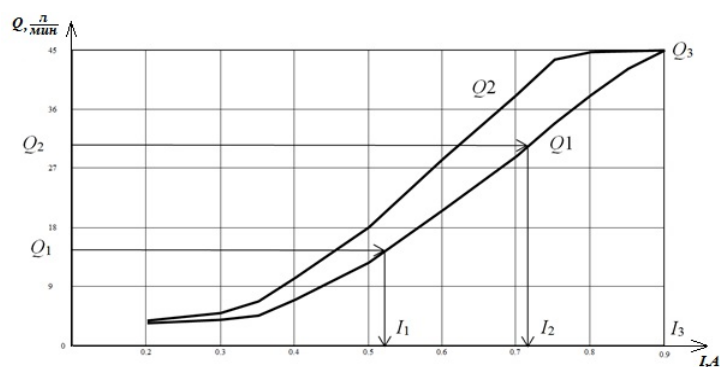


Рис. 2. Экспериментально снятая характеристика зависимости расхода гидрожидкости секции подачи противогололедных материалов (ПГМ) от значения тока ЭПМ

Зная характеристику зависимости расхода РЖ гидронасосом от значения тока ЭПМ и зависимость изменения КПД гидронасоса от температуры РЖ, можно получить зависимость расхода гидронасоса от управляющего тока ЭПМ при изменении рабочей температуры РЖ. На рис. 3 отображена данная характеристика. На рис. 4 оценена приведенная погрешность расхода гидронасоса при заданной температуре РЖ.

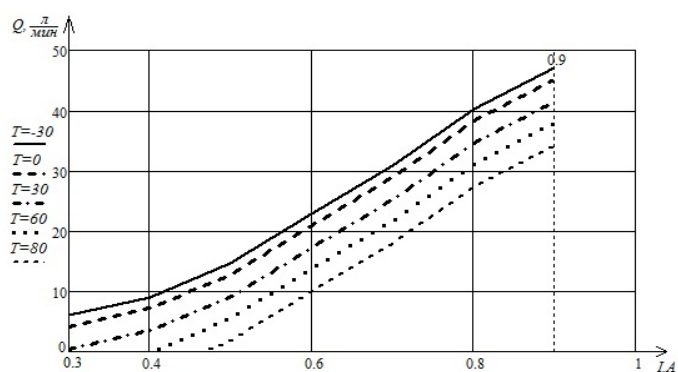


Рис. 3. Зависимость расхода гидронасоса от управляющего тока ЭПМ при изменении рабочей температуры

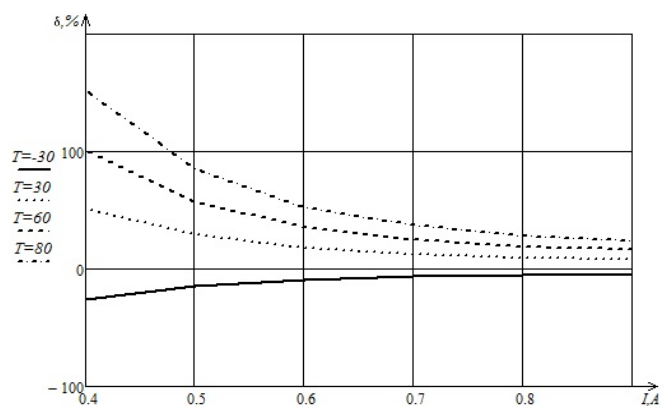


Рис. 4. Приведенная погрешность расхода гидронасоса при заданной температуре РЖ

Анализируя полученное семейство характеристик расхода РЖ гидромотором, имеет смысл ввести в управляющий сигнал регулятора расхода корректировку по температуре согласно функциональной схеме, представленной на рис. 5.

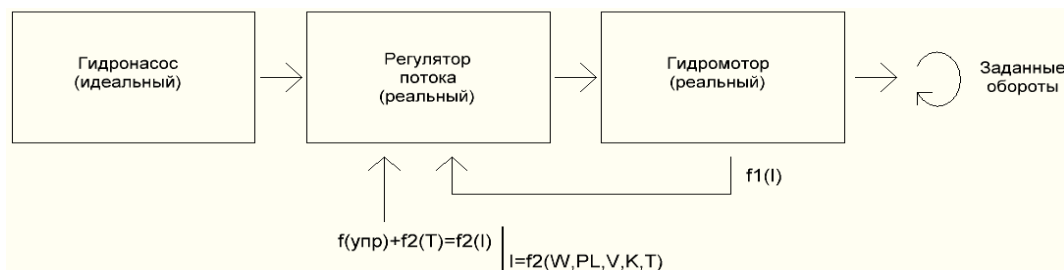


Рис. 5. Функциональная схема исследования

Для этого предлагается провести аппроксимацию полученного семейства характеристик расхода РЖ гидромотором с помощью следующего выражения:

$$f(T, Q(I)) = \begin{cases} Q_1(I) = A_1 I^4 + B_1 I^3 + C_1 I^2 + D_1 I^1 + T_0 - k_1 T_1; \\ \vdots \\ Q_n(I) = A_n I^4 + B_n I^3 + C_n I^2 + D_n I^1 + T_0 - k_n T_n, \end{cases} \quad (1)$$

где A, B, C, D, T_0, T – коэффициенты, вычислив которые можно получить итоговую зависимость расхода РЖ гидромотором от управляющего тока ЭПМ при изменении температуры РЖ. На рис. 6, а показана данная характеристика, на рис. 6, б – приведенная погрешность аппроксимации.

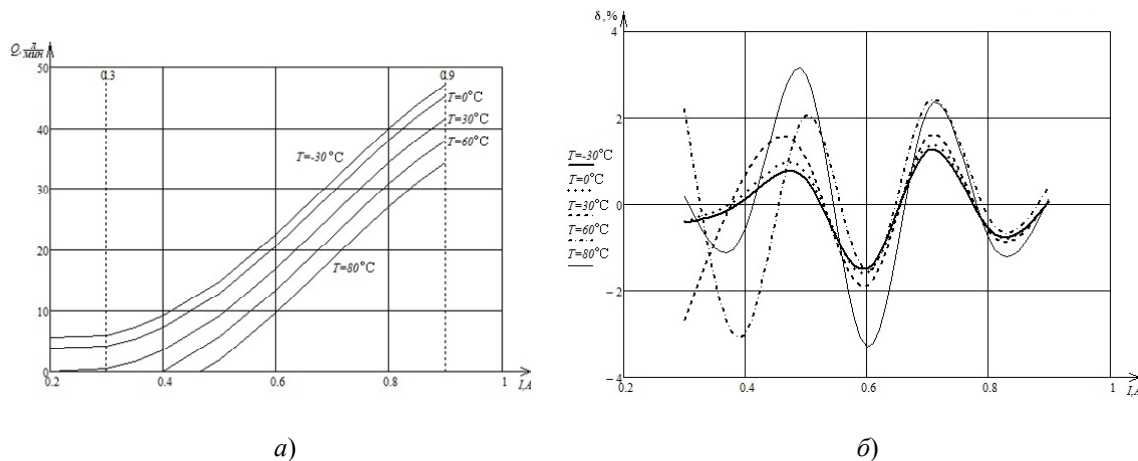


Рис. 6. Семейство характеристик расхода РЖ гидромотором и оценка приведенной погрешности

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Показано, что в диапазоне изменения температур рабочей жидкости от -30 до 80° погрешность уставки заданного расхода жидкости через исполнительный орган колеблется от 150 до -50% (см. рис. 4).

2. Если в системы управления расходом рабочей жидкости ввести сигнал управления распределителем и в виде программно-аппаратного комплекса, то это позволит снизить погрешность до уровня $\pm 3\%$ (см. рис. 6, б).

Л и т е р а т у р а

1. Scholz, D. Proportional hydraulics / D. Scholz. – Copyright by Festo Didactic GmbH & Co. – Denkendorf. – 2002. – 124 p.
2. Никитин, О. Ф. Рабочие жидкости гидроприводов. Классификация, свойства, рекомендации по выбору и применению / О. Ф. Никитин. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 151 с. : ил.
3. Особенности эксплуатации объемного гидропривода в условиях низких температур. – 2006. – Режим доступа: http://www.osl.ru/article/service/2006_02_A_2006_05_17-15_13_51/. – Дата доступа: 11.10.2015.

Секция V
ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
И ПРОМЫШЛЕННАЯ ПОЛИТИКА

**ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ:
СОДЕРЖАНИЕ И ФИНАНСОВЫЕ ИСТОЧНИКИ РЕАЛИЗАЦИИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Ю. О. Андриевская

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Инвестиционная деятельность предприятия подчинена долгосрочным целям его развития. Поэтому она должна осуществляться в соответствии с разработанной инвестиционной политикой. Актуальность темы состоит в том, что существование и эффективная деятельность предприятия в современных условиях невозможна без хорошо налаженного управления его капиталом.

Инвестиционная политика представляет собой часть общей финансовой стратегии предприятия, которая заключается в выборе и реализации наиболее эффективных форм реальных и финансовых инвестиций для обеспечения высоких темпов его развития и постоянного возрастания его рыночной стоимости. Данная политика должна быть, с одной стороны, рассчитана на достаточно длительный период времени с учетом сроков разработки, осуществления и окупаемости проектов, а с другой стороны – вариантной, гибкой, допускающей своевременные коррективы [1, с. 40].

Для реализации инвестиционной политики государство может привлекать иностранных инвесторов. В мае 2015 г. прошел государственный визит в Минск председателя Китайской Народной Республики Си Цзиньпина. В ходе Белорусско-китайского межрегионального бизнес-форума были подписаны более 20 двусторонних документов, а также декларация о дальнейшем развитии и углублении отношений всестороннего стратегического партнерства. По линии Министерства Финансов открыты кредитные линии на сумму \$ 3,5 млрд. Также страны договорились о своп-кредите, согласно которому суммы в национальных валютах составили \$ 1,12 млрд. Направления реализации выделенных средств представлены на рис. 1 [2].

Стоит отметить, что китайские кредитные линии выгодны своей невысокой процентной ставкой и выдаются на длительный срок. Однако данные кредиты являются связанными, что предполагает обязательное приобретение китайских товаров и оборудования, а также привлечение китайской рабочей силы для выполнения подрядных работ. То есть для Китая заключенные кредитные соглашения являются эффективным способом продвижения своего экспорта товаров и услуг. Для Беларуси, в свою очередь, в условиях дефицита собственных средств партнерство с Китаем будет выгодно только в том случае, если будут создаваться и реализовываться значимые и эффективные инвестиционные проекты.

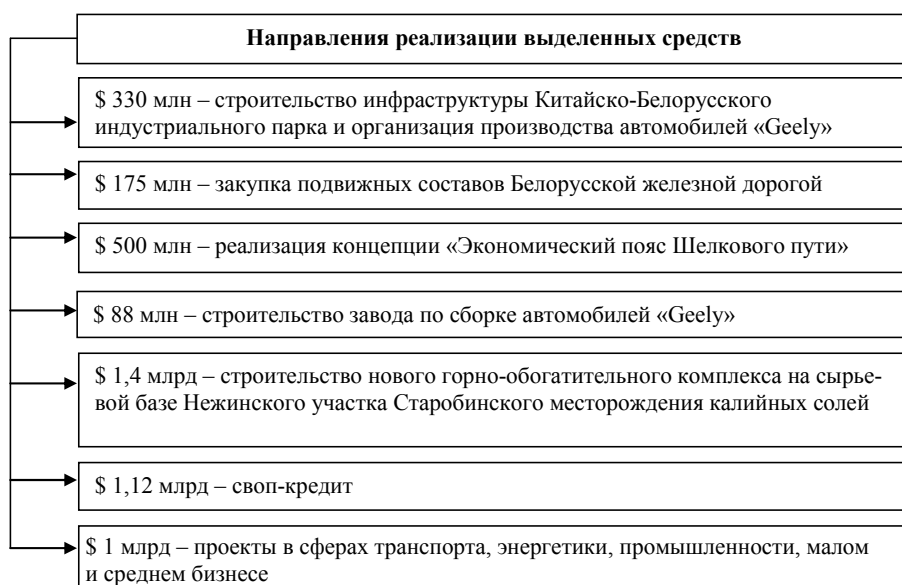


Рис. 1. Величина и направления реализации выделенных средств

В мировой практике в процессе разработки инвестиционной политики предприятия в зависимости от особенностей инвестиционной деятельности применяется та или иная модель корпоративного управления. Например, эффективность функционирования и развития большинства крупных машиностроительных корпораций Японии, таких, как «Тойота», «Кэнон» обусловлена тем, что они целенаправленно проводят расширение и модернизацию производства. Управление инвестиционным процессом опирается на такую систему принятия стратегических решений, которая обеспечивает углубленную проработку и согласованность проектов, а также участие в творческой деятельности всех ведущих сотрудников – от рядовых специалистов до руководства. Главное достоинство такой системы – приток новых мнений и свободный доступ к изучению обсуждаемых проектов. Стоит отметить, что одним из главных показателей оценки процесса принятия решения является скорость его формирования и длительность обсуждения. В случае, если на выбор варианта затрачивается длительное время, это свидетельствует о низкой эффективности работы менеджеров. Процесс формирования инвестиционной политики японских машиностроительных предприятий характеризуется следующими особенностями [4, с. 62]:

- новые капиталовложения осуществляются до того, как снизятся капитальные издержки старых производственных мощностей;
- определение инвестиционных приоритетов и разработка инвестиционной стратегии осуществляется «сверху вниз» или интерактивным методом;
- оперативное регулирование хода реализации инвестиционной деятельности происходит децентрализованно;
- преобладающими источниками финансирования долгосрочных инвестиций являются банковское кредитование и эмиссия акций;
- решения об осуществлении масштабных капиталовложений принимаются, исходя из результатов стратегического анализа.

Успешно действующие японские компании постоянно используют долгосрочное планирование для обеспечения преемственности инвестиционных решений.

В Республике Беларусь важным направлением инвестиционной политики государства является создание в стране новых производств на уровне V–VI технологиче-

ских укладов в приоритетных отраслях экономики, в том числе малого и среднего бизнеса, что обеспечит формирование конкурентной среды.

Создание благоприятного инвестиционного климата и обеспечение защиты интересов инвесторов остаются приоритетами государства и его долгосрочной инвестиционной политики, для чего следует обеспечить реализацию таких мер, как [3, с. 145]:

- 1) удешевление и доступность кредитных ресурсов;
- 2) льготное, либо безналоговое реинвестирование прибыли;
- 3) снижение налоговой нагрузки на предприятия и банки, осуществляющие долгосрочное инвестирование производственной сферы;
- 4) налогообложение прибыли после уплаты процентов за долгосрочные кредиты;
- 5) использование страховых резервов банков на инвестирование.

Для привлечения инвестиций в экономику необходимо проводить дальнейшую либерализацию внешнеэкономической деятельности и создавать механизмы страхования инвестиций от экономических и политических рисков. В целях привлечения инвестиций, в том числе иностранных, следует продолжить [3, с. 146]:

- совершенствование ряда законодательных актов о свободных экономических зонах, об иностранных инвестициях и их защите, о приведении к международным стандартам бухгалтерского учета;
- привлечение иностранных инвестиций на основе концессионных договоров, соглашений о разделе продукции и инвестиционных соглашений;
- развитие системы гарантий, защиты и страхования иностранных инвестиций, залоговых операций, разрешения споров;
- развитие договорно-правовых основ участия Республики Беларусь в международном инвестиционном сотрудничестве;
- привлечение внешних заимствований с расширением инвестиционной направленности.

Расширению инвестиционных возможностей предприятий будет способствовать новая амортизационная политика, предусматривающая использование методов ускоренного списания активной части основных фондов. Первоочередной задачей структурной политики государства должно стать повышение инновационной активности и стимулирование опережающего развития высокотехнологичных секторов экономики, прекращение прямого и косвенного субсидирования убыточных предприятий, а также создание благоприятных условий для образования и функционирования совместных и иностранных предприятий, транснациональных корпораций, хозяйственных и финансово-промышленных групп.

Таким образом, в Республике Беларусь в существующих экономических условиях для предприятий и государства в целом особое значение приобретает инвестирование различных проектов и мероприятий, без которых немислимы обновление и расширенное воспроизводство основных средств, изготовление конкурентоспособной продукции, а следовательно, решение множества социально-экономических проблем развития страны. Дальнейшее развитие правовых основ рыночной экономики, а также совершенствование практики их применения при общем улучшении макроэкономических условий будут способствовать мобилизации внутренних сбережений и притоку иностранного капитала.

Л и т е р а т у р а

1. Бланк И. А. Основы финансового менеджмента : в 2 т. / И. А. Бланк. – 4-е изд. – М. : Изд-во «Омега-Л» [и др.], 2012. – Т. 2. – 674 с.
2. Комсомольская правда / Что Беларуси дадут китайские кредиты. – Минск, 2015. – Режим доступа: www.kp.by/daily/26382.5/3260707/. – Дата доступа: 30.03.2016.

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол: Л. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак, 2008. – 202 с.
4. Подкопаева, М. О. Принципы формирования инвестиционной политики зарубежных предприятий и оценка их использования в отечественной практике / М. О. Подкопаева // Вестн. Оренб. гос. ун-та. – 2007. – № 8. – С. 61–68.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

К. М. Андропова

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

Научный руководитель И. В. Ивановская

В логистической системе предприятия финансовые потоки занимают одно из центральных мест. Как показала практика, наибольшая эффективность их движения достигается при применении логистических принципов управления финансовыми потоками. Финансовый поток в логистической системе предприятия сопутствует таким потокам, как информационный и материальный.

Финансовые потоки в логистической системе предприятия изучает финансовая логистика, основной целью которой является обеспечение предприятия необходимыми финансовыми ресурсами в установленный срок, из гарантированного источника и по минимальной цене.

Поэтому финансовая логистика получила широкое распространение на все типы предприятий, которые при правильной организации движения финансового потока получают значительное преимущество перед предприятиями-конкурентами на рынке в связи с сокращением затрат предприятия, вызванных нерациональным использованием финансовых ресурсов.

Финансовый поток в логистике понимается как направленное движение финансовых средств, циркулирующих внутри логистической системы, между ней и внешней средой, необходимых для обеспечения эффективного движения определенного материального потока [1, с. 20].

Финансовый поток сопровождает материальный поток на стадиях закупки сырья и материалов, хранения, транспортировки, сбыта готовой продукции, для которых характерно вложение финансовых средств в производство продукции, а затем их возврат путем реализации товара.

Стадии движения финансового потока в логистической системе предприятия представлены на рис. 1.



Рис. 1. Стадии движения финансового потока в логистической системе предприятия

Для того чтобы предприятие успешно функционировало, кроме организации и планирования движения материального потока в логистической системе предприятия, являющегося основным, необходимо эффективное управление финансовыми потоками, которое заключается в правильном выборе схем движения финансовых ресурсов, различных по стоимости и степени риска.

Так, в международных отношениях выбор условия поставки CIF или FOB влияет на распределение затрат на фрахт и страховку между покупателем и поставщиком груза. При транспортировке расходы за порчу груза несет либо перевозчик, либо поставщик – в зависимости от договорных условий, фактических характеристик груза, данных товарораспорядительных документов. Изменение параметров системы складирования влияет на сохранность и качество товара, а следовательно, на стоимость услуг. Дистрибуция товара собственными силами или при помощи торговых агентов, комиссионеров или консигнаторов требует различных расходов, обеспечивает разный оборот товара и длительность финансового цикла [2].

Эффективное управление финансовыми потоками в логистической системе предприятия является довольно сложным и ответственным процессом, но полученный результат позволяет высвободить и направить финансовые ресурсы предприятия на расширение, реконструкцию, модернизацию производства, приобретение новых основных средств, материальное стимулирование работников, погашение финансовых обязательств перед поставщиками материалов и сырья, банками, страховыми организациями и т. д.

Отсутствие же эффективного управления финансовыми потоками в логистической системе предприятия ведет к снижению платежеспособности, финансовой устойчивости, ликвидности, прибыльности, имиджа и положительной динамики развития хозяйствующего субъекта, что негативно сказывается на уровне конкурентоспособности как предприятия, так и производимой им продукции.

Под управлением финансовыми потоками в логистике понимается оптимизация финансового механизма логистической системы, координирование финансовых операций, обеспечение их упорядоченности и сбалансированности [3, с. 109].

Выделяют следующие способы повышения эффективности управления финансовыми потоками в логистической системе предприятия:

1. Обеспечение поступления финансовых средств путем продажи или аренды долгосрочных активов.

В отличие от продажи, которая дает единичный и сиюминутный приток финансовых средств, аренда обеспечивает постоянное поступление, что является более распространенным способом привлечения дополнительных финансовых ресурсов предприятия.

2. Рационализация ассортимента товаров.

Сокращение ассортимента товаров позволит сосредоточить усилия предприятия на более устойчивых сегментах рынка. Предприятию необходимо выбрать те товары, которые пользуются спросом на рынке, и развивать их производство.

3. Дополнительная эмиссия акций.

Данный способ наиболее актуален, когда объем дефицита денежных средств предприятия сопоставим с размерами его собственного капитала, и возникает угроза его банкротства. Негативным последствием чрезмерной эмиссии акций является обесценивание ценных бумаг, связанное с падением, снижением цены актива.

4. Эффективное управление избыточными остатками денежных средств.

Данный способ применяется при наличии временно свободных денежных средств у предприятия. Дополнительный доход можно получить в виде процентов,

используя банковские депозиты и облигации, а также путем оптимизации условий расчетов с поставщиками, что предполагает предоставление скидок при условии авансовой оплаты.

5. Планирование налогообложения.

Экономия на налогах с помощью использования законных методов налоговой оптимизации способна принести дополнительный приток финансовых средств в организацию. Главная задача налогового планирования – не допустить большей динамики роста налоговых платежей по сравнению с динамикой роста выручки. Основными инструментами налогового планирования выступают налоговые льготы, цена сделок, элементы бухгалтерского учета в целях налогообложения, формы договорных отношений с позиции налогообложения и т. д.

6. Приобретение основных средств в лизинг.

Приобретение основных средств в лизинг ускоряет введение новых производственных мощностей в эксплуатацию, позволяет экономить на налоговых платежах и привлекать дополнительные заемные ресурсы. Данный способ рассматривается предприятием в сравнении с получением банковского кредита или использованием собственного капитала.

Преимущества лизинга перед банковским кредитом [4]:

1) облегченный процесс получения длительного финансирования для лизингополучателя (лизинговые компании требуют минимальный пакет документов и оперативнее по сравнению с банками рассматривают заявки);

2) возможность установления сторонами договора лизинга более гибкого графика платежей по сравнению с графиком платежей по кредитному договору;

3) учет и амортизация лизингового имущества производятся на балансе лизингодателя;

5) лизинговое оборудование, транспорт и техника переходят во владение предприятия после первого взноса;

6) лизинговые компании не требуют страховать имущество в отличие от банков;

7) лизинговое оборудование и средства производства можно вернуть по истечении срока договора (оперативный лизинг) и даже раньше (данные пункты оговариваются в договоре лизинга);

8) экономия на налоге за имущество, так как лизинговые средства, как правило, остаются на балансе лизинговых компаний;

9) существенным плюсом лизинга является снижение налога на прибыль за счет лизинговых платежей, а если учитывать предмет лизинга у себя на балансе, то можно уменьшить прибыль на сумму налога на имущество, и др.

Главным недостатком лизинга является цена. Лизинг намного дороже банковского кредита и характеризуется небольшим ассортиментом предлагаемой продукции, что существенно ослабляет позиции лизинговых компаний перед банковскими структурами.

Таким образом, эффективное управление финансовыми потоками в логистической системе предприятия способствует дополнительному притоку финансовых средств, который позволяет предприятию стабильно функционировать, как в краткосрочном, так и в долгосрочном периодах.

Л и т е р а т у р а

1. Дрожжин, А. И. Логистика : учеб. курс / А. И. Дрожжин. – М. : МИЭМП, 2010. – 150 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / В. И. Сергеев [и др.] ; под общ. и науч. ред. проф. В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 976 с.

3. Логистика : учеб. пособие для вузов / В. И. Сергеев [и др.] ; под общ. ред. проф. В. И. Сергеева. – М. : Эксмо, 2008. – 944 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМИ ПОТОКАМИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

М. В. Брель

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

Научный руководитель И. В. Ивановская

На современном этапе развития экономики у каждого предприятия есть конкуренты. Это заставляет организации постоянно повышать свою конкурентоспособность, искать различные способы снижения затрат и повышения качества работы.

Одной из важных составляющих любого предприятия являются кадры. От их квалификации и умений зависит качество работы всего предприятия. Для того чтобы повысить конкурентоспособность персонала, нужно уделить особое внимание управлению персоналом. Рассмотрим основные составные части данного процесса.

Весь процесс начинается с подбора персонала. Где обычно ищут персонал? Это могут быть сайты о поиске работы, где кандидаты выкладывают резюме; кадровые агентства и биржи труда; учебные заведения, а также поиск работника может производиться внутри предприятия. Однако этим все не заканчивается, далее кандидаты проходят отбор. Обычно проводится собеседование, тестирование либо анкетирование, на основе которого и принимается окончательное решение о возможности дальнейшей работы на предприятии.

Традиционные методы, конечно, эффективны, однако при постоянно возрастающей конкуренции предприятия нуждаются в квалифицированных, перспективных и креативных работниках, поэтому при отборе на наиболее важные вакансии целесообразно обращаться к следующим дополнительным методам отбора персонала:

– стрессовое интервью. Такое интервью отбора персонала основано на том, чтобы кандидат неожиданно оказался в стрессовой ситуации. Будущего работника могут попросить подождать, так как у директора «срочное совещание». Ждать при этом придется минимум 2 ч. На собеседовании могут задать странный неожиданный вопрос, который не имеет конкретного логичного ответа. Благодаря этому, работодатель делает выводы, как претендент ведет себя в нестандартных ситуациях, насколько он стрессоустойчив, оценивается креативность и нестандартность мышления.

– brainteaser-интервью. Этот вид интервью тоже основан на неожиданных вопросах, которые никак не связаны с профессиональной деятельностью кандидата. Однако такие вопросы всегда имеют конкретный ответ. Благодаря этому методу, оценивается логическое мышление и умение быстро переключаться на другую тематику [1].

Важной составляющей управления персоналом является мотивация и стимулирование работника. Данное направление вносит большой вклад в совершенствование управления кадровыми потоками.

Практически на всех белорусских предприятиях существует система стимулирования и мотивирования персонала. Она основана на стандартных методах, таких, как различные поощрения и премии. Такие методы дают свой результат, однако стоит находить новые методы стимулирования и мотивации кадров. Такими методами могут стать:

– фильмы о работниках, в которых будет показана история их работы и результаты;

– Книги почета организации, в которых будут описываться самые достойные сотрудники, их работа и результаты;

- Благодарственные письма семье работника;
- премии за здоровый образ жизни;
- премии за продолжение образования.

Нематериальные методы стимулирования и мотивации особенно эффективны, когда применяются впервые. Материальные методы стимулирования будут максимально эффективны при систематическом их применении. Благодаря применению таких методов, у сотрудников повышается удовлетворенность трудом, улучшается климат в коллективе, повышается желание работать. Как следствие, увеличивается производительность труда, что ведет к повышению конкурентоспособности организации [2].

Все методы стимулирования и мотивации эффективны, однако стоит вопрос, какой метод выбрать. Для этого стоит выполнять следующее:

1. Измерение мотивации. Стоит количественно измерить мотивацию сотрудников, каковы итоги ее применения. Цифры и покажут, какой метод мотивации наиболее эффективен.

2. Индивидуальный подход к каждому работнику. У каждого сотрудника – свои цели, свои потребности и свои желания. Если применять ко всему коллективу только один метод мотивации и стимулирования, то всем угодить не получится, так что стоит изучать, что повлияет на конкретного работника.

3. Разъяснение методов мотивации и стимулирования. Часто методы становятся неэффективными, потому что сотрудники о них не знают, либо недопонимают [3].

При развитии экономики требования к специалистам постоянно возрастают. Это приводит к тому, что нужно повышать квалификацию, или даже получать новые специальности, а также часто нужно обучать новых сотрудников. На сегодняшний момент применяются разнообразные методы обучения персонала. Самыми перспективными являются следующие методы:

– модульное обучение. Метод заключается в том, что все обучение делится на блоки, т. е. модули. Модули могут быть практическими и теоретическими. Заканчивается модуль обычно решением какой-либо бизнес-задачи. Метод модульного обучения позволяет получить как знания, так и навыки;

– наставничество. Оно основано на закреплении за обучающимся наставника, который будет помогать освоиться новичку. Наставничество является эффективным: оно дает возможность адаптироваться новому сотруднику и получить необходимые навыки, а также развивает у наставника организационные и педагогические качества;

– метафорическая игра. Главная цель метафорической игры – поиск нового решения. Особенностью является то, что для решения ситуации берется подобранная метафора. Метафоры могут браться из сказок, легенд, традиций, передающих проблематику ситуации;

– метод Shadowing. Суть метода в том, что кандидату на новую должность позволяют не менее двух дней побыть «тенью» работника этой должности. Кандидат наблюдает за работником, изучает все нюансы профессии и каких знаний ему не хватает, в чем специфика работы. Идеален этот метод при переквалификации сотрудников;

– метод Secondment. Метод обучения представляет собой разновидность ротации кадров. Работник отправляется в своеобразную «командировку» в другой отдел своей же компании. Длительность такой командировки может длиться от 100 рабочих часов до 1 года пребывания в другом отделе. Этот метод позволяет получить необходимые навыки, а также перенять опыт сотрудников другого отдела;

– метод Buddying. Метод очень похож на наставничество. За сотрудником также закрепляется компетентный работник, который наблюдает за обучающимся со стороны, контролирует работу и дает советы. Отличается же этот метод от наставничества тем, что в таком «дуэте» абсолютное равноправие, нет подчиненных. Это позволяет более легко адаптироваться к новой работе, а также психологически легче пройти обучение [4].

Таким образом, методы обучения не только позволяют обучить основам, улучшить климат в коллективе, легко пройти адаптацию, а также развить такие качества, как партнерство, коммуникабельность, креативность и нестандартность мышления.

Для того чтобы на предприятии работали только наиболее перспективные и квалифицированные кадры, необходимо проводить оценку персонала. Одним из эффективных методов оценки является ассессмент.

Ассессмент – один из самых качественных методов оценки персонала. Суть ассессмента – изучить поведение и навыки работника в максимально приближенных к реальности условиях. Такой метод оценки персонала может включать в себя психологические тесты, деловые игры, интервью с персоналом. За каждым работником закрепляется эксперт, а зачастую – даже два, которые во время выполнения заданий следят за ним, обращают внимание на особенности оцениваемого. Задания могут быть различными и могут подбираться индивидуально. На основе этого составляется оценка по нужным компетенциям. Все компетенции должны дублироваться не менее чем в двух процессах. Компетенциями могут быть стрессоустойчивость, самоорганизация, ответственность, лидерство, коммуникабельность [5].

Внутренняя ротация кадров – нужный процесс на предприятии. Это один из важных элементов развития и карьерного роста работников. Благодаря ему, снижается текучесть кадров, повышается производительность труда, снижаются издержки на подбор и обучение кадров, дотация является составной частью развития сотрудников. Сам процесс ротации включает в себя подготовку документов данного процесса, составление плана ротации, обсуждение ротации с персоналом, подготовку наставников, коммуникации в процессе перемещения кадров, анализ процесса и полученных результатов, составление плана ротации на следующий год [6].

Окончательным этапом в управлении персоналом является увольнение сотрудников, которое осуществляется по Трудовому кодексу Республики Беларусь, что защищает работников от недобросовестности нанимателя.

Совершенствуя управление кадровыми потоками в каждой его сфере, мы получим повышение производительности труда, а значит и повышение конкурентоспособности предприятия.

Литература

1. Сусол, А. Методы подбора персонала / А. Сусол // Бизнес-портал ДеньгоДел. – Режим доступа: <http://dengodel.com/management/270-metody-podbora-personala.html>. – Дата доступа: 28.02. 2016.
2. Чавыкина, М. А. Необычные методы стимулирования труда персонала / М. А. Чавыкина // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – 631 с.
3. Мотивация персонала (методы) // Bbcont. – Режим доступа: <http://bbcont.ru/business/motivaciya-personala-na-predpriyatii-metody.html>. – Дата доступа: 28.02. 2016.
4. Сырых, О. Обзор современных технологий и методов обучения персонала / О. Сырых // Интернет-портал для управленцев. – Режим доступа: <http://www.management.com.ua/be/be145.html>. – Дата доступа: 28.02. 2016.
5. Чемяков, В. Система оценки персонала: готовимся к запуску / В. Чемяков // Кадровик.ру. – 2011. – № 6.

6. Бочарова, А. Управление внутренним перемещением (ротацией) в компании / А. Бочарова // Тренинги по продажам. – Режим доступа: <http://www.annabocharova.ru/articles/a2.php>. – Дата доступа: 28.02. 2016.

ЭФФЕКТИВНА ЛИ «ЖЕСТКАЯ» ИНТЕГРАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ?

Ю. А. Волкова

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

Научный руководитель В. И. Тарасов

Результаты деятельности промышленного комплекса Республики Беларусь свидетельствуют о необходимости поиска экономических инструментов повышения эффективности деятельности субъектов хозяйствования, одним из которых может выступать их интеграция. Данный тезис имеет широкое распространение, как в отечественных, так и зарубежных научных источниках, поддерживается и государственными программными документами. Так, в Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г. отмечается важность для формирования «точек роста» развития интеграционных структур в виде холдингов и инновационно-промышленных кластеров [2]. В то же время результаты функционирования интеграционных структур в промышленности Беларуси пока не позволяют говорить о значимой роли интеграции как фактора и инструмента повышения эффективности деятельности предприятий [3]. Не в последнюю очередь это связано со сложностью и многообразием интеграции, существованием различных ее форм («жестких» и «мягких»), каждая из которых является эффективной только в определенных экономических условиях.

Таким образом, принятие решения о выборе формы интеграции субъектов хозяйствования должно делаться только после предварительной оценки ее эффективности для каждого конкретного случая. Вышеизложенное определило цель исследования – разработать методику оценки эффективности интеграционных структур «жесткого» типа и апробировать ее на примере холдинга «Гомсельмаш».

На основе работы [15] разработана методика оценки эффективности «жесткой» интеграции субъектов хозяйствования. Согласно ей, на *первом этапе* определяется сравнительная эффективность деятельности организаций самостоятельно и в рамках интегрированной структуры с помощью показателя (1):

$$SE_{Pr_a} = (Pr_{aИС} - Pr_{aср}) / Pr_{aср} \times 100, \quad (1)$$

где SE_{Pr_a} – уровень синергетического эффекта взаимодействия организаций, входящих в интегрированную структуру, %; $Pr_{aИС}$ – величина рентабельности активов интегрированной структуры (производственной цепочки), рассчитанная как отношение величины прибыли от реализации интегрированной структуры к среднегодовой стоимости валовых активов интегрированной структуры (величина валовых активов организаций, входящих в интегрированную структуру, за минусом среднегодовой величины дебиторской задолженности внутри интегрированной структуры), коэф.; $Pr_{aср}$ – средняя величина рентабельности активов (определяется по формуле средней арифметической взвешенной, вес – величина валовых активов) организаций, входящих в интегрированную структуру (выстроенных в производственную цепочку), коэф.

Методика была апробирована на примере предприятий, входящих в производственное объединение «Гомсельмаш» (преобразовано в холдинг в 2014 г.). Результаты расчета уровня синергетического эффекта взаимодействия предприятий, входящих в холдинг «Гомсельмаш» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета уровня синергетического эффекта взаимодействия предприятий, входящих в холдинг «Гомсельмаш»

Показатель	Значения по годам				
	2010	2011	2012	2013	2014
Средняя величина рентабельности активов предприятий, входящих в холдинг, коэф.	0,1126	0,1364	0,1383	0,1245	0,0375
Величина рентабельности активов холдинга, коэф.	0,1234	0,1413	0,1479	0,1427	0,0423
Уровень синергетического эффекта взаимодействия предприятий, входящих в холдинг, %	9,56	3,60	6,92	14,61	12,66

Примечание. Рассчитано автором.

Полученные положительные значения уровня синергетического эффекта взаимодействия вышеперечисленных предприятий в рамках холдинга свидетельствуют об эффективности их «жесткой» интеграции в существующих экономических условиях. Значительные колебания данного показателя на фоне отсутствия существенных изменений величин рентабельности в 2010–2013 гг. и, напротив, незначительное изменение в 2014 г. против 2013 г. на фоне резкого падения значений рентабельности (более чем в 3 раза) указывают на то, что уровень рентабельности предприятий не является единственным фактором, определяющим уровень синергетического эффекта их взаимодействия в рамках холдинга.

На *втором этапе* осуществляется выявление «узких мест» производственной цепи интегрированной структуры, т. е. организации, деятельность которой в наибольшей степени снижает эффективность функционирования всей цепи. Для этого рассчитывается показатель синергии взаимодействия организаций с поправкой на организацию j . Организация j в этом случае (исключенная из расчетов) представляет собой искомое «узкое место».

Таблица 2

Показатель синергии взаимодействия предприятий с поправкой на организацию

Годы	Синергия взаимодействия	Значения показателя синергии взаимодействия предприятий холдинга «Гомсельмаш» с поправкой на организацию								
		ОАО «Гомсельмаш»	ОАО «ГЗЛиН»	ОАО «ГЗСиТО»	ОАО «СМЗ»	РУП «Авангард»	ОАО «НТЦК»	РПУП «Топаз»	ОАО «СП-Строй»	Среднее значение
2010	1,096	1,353 ²	1,045	1,091	1,093	1,095	1,094	1,092	1,094	1,120
2011	1,036	1,096	1,024	1,034	1,035	1,036	1,037	1,035	1,035	1,042
2012	1,069	1,189	1,050	1,065	1,064	1,069	1,070	1,067	1,068	1,080

Окончание табл. 2

Годы	Синергия взаимодействия	Значения показателя синергии взаимодействия предприятий холдинга «Гомсельмаш» с поправкой на организацию								
		ОАО «Гомсельмаш»	ОАО «ГЗЛиН»	ОАО «ГЗСиНТО»	ОАО «СМЗ»	РУП «Авангард»	ОАО «НТЦК»	РПУП «Гопаз»	ОАО «СП-Строй»	Среднее значение
2013	1,146	1,552	1,067	1,145	1,132	1,146	1,148	1,142	1,145	1,185
2014	1,127	1,554	1,050	1,125	1,113	1,126	1,129	1,122	1,125	1,168
Изменение показателя синергии взаимодействия предприятий ПО «Гомсельмаш» при условии исключения предприятия										
2010	X	+0,257	-0,051	-0,004	-0,003	0,000	-0,002	-0,004	-0,001	X
2011	X	+0,060	-0,012	-0,002	-0,001	0,000	0,000	-0,001	-0,001	X
2012	X	+0,120	-0,019	-0,004	-0,005	0,000	0,001	-0,002	-0,001	X
2013	X	+0,406	-0,079	-0,001	-0,014	0,000	0,002	-0,005	-0,001	X
2014	X	+0,428	-0,077	-0,001	-0,014	0,000	0,002	-0,004	-0,001	X
Рейтинг предприятий по уровню показателя синергии взаимодействия с поправкой на организацию (меньше – лучше)										
2010	X	8	1	2	4	7	5	3	6	X
2011	X	8	1	2	3	6	7	5	4	X
2012	X	8	1	3	2	7	6	4	5	X
2013	X	8	1	5	2	7	4	3	6	X
2014	X	8	1	5	2	7	4	3	6	X

Примечания:

¹Рассчитано автором.²Курсивом выделены максимальные значения (указывают на предприятие – «узкое место»).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в анализируемом периоде предприятием, которое в наибольшей степени снижает общий синергетический эффект взаимодействия в холдинге, является ОАО «Гомсельмаш». По нашему мнению, данный факт можно объяснить следующими обстоятельствами:

– ОАО «Гомсельмаш», являясь конечным звеном в цепочке создания добавленной стоимости производимой продукции, имеет сравнительно небольшой удельный вес в общей внутренней дебиторской задолженности холдинга (25,2 %), при этом располагая 73,7 % его валовых активов;

– низкий уровень использования производственных мощностей (ОАО «Гомсельмаш» в 2010–2014 гг. имело наименьшую среди всех предприятий холдинга загрузку оборудования, в среднем – 36,2 %) отрицательно сказывается на удельном весе прибыли, полученной ОАО «Гомсельмаш» в общем объеме прибыли холдинга. При этом более высокая загрузка производственных мощностей дочерних предприятий может быть связана с опережающими выпуск готовой продукции закупками комплектующих со стороны головной организации;

– имеет место несбалансированность трансфертных цен поставок комплектующих между ОАО «Гомсельмаш» и другими предприятиями холдинга, приводящая к перераспределению большей части добавленной стоимости и финансовых результатов в сторону дочерних предприятий.

Таким образом, установлен факт эффективности использования такой формы «жесткой» интеграции, как холдинговая структура, применительно к предприятиям

холдинга «Гомсельмаш» в период 2010–2014 гг., что обусловлено, главным образом, положительным влиянием технологической вертикальной интеграции данных предприятий. В то же время определено, что имеет место существенная вариация положительного вклада исследуемых предприятий в положительный синергетический эффект функционирования холдинга. В настоящее время этот вклад отрицателен у головного предприятия – РУП «Гомсельмаш». По нашему мнению, это необязательно свидетельствует о его сравнительной неэффективности, поскольку имеет место влияние ряда факторов, прежде всего, величины трансфертных цен, которые могут существенно исказить вклад отдельных предприятий в синергетический эффект интеграции. В этой связи целесообразным является: во-первых, пересмотр трансфертных цен на внутренние поставки комплектующих, во-вторых, разработка и обеспечение эффективного функционирования механизма оперативной корректировки трансфертных цен в зависимости от изменений ценовой конъюнктуры на готовую продукцию холдинга, в-третьих, недопущение опережающих внутренних закупок комплектующих головным предприятием, которые таким образом перекладывают на него риски неблагоприятных изменений спроса на рынке.

Литература

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года // М-во экономики Респ. Беларусь. – 2012. – Режим доступа: www.economy.gov.by/nfiles/001146_12850_Programma.pdf. – Дата доступа: 01.02.2016.
2. Драгун, Н. П. Всегда ли эффективны «жесткие» формы интеграции и координации деятельности организаций на рынке? / Н. П. Драгун, И. В. Ивановская // Вестн. Донецк. нац. техн. ун-та. Серия экономическая. – 2014. – № 4. – С. 34–41.
3. Инновационный менеджмент / под ред. С. Д. Ильенковой. – М. : Юнити, 1999. – 327 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ ТОРГОВЛЯ КАК СПОСОБ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОДВИЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ВНЕШНИХ РЫНКАХ

О. А. Воропаева

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

Радикальное реформирование внешнеэкономического комплекса страны способствовало интегрированию ее экономики в мировое хозяйство. Изменение геополитического положения существенно повысило роль внешнеэкономического фактора, усилив зависимость национальной экономики от внешних рынков. Одним из следствий этих изменений явилась трансформация характера участия предприятия в системе внешнеэкономического комплекса страны из положения технического исполнителя до статуса реального и равноправного субъекта [4, с. 33].

Первоочередной задачей ОАО «Сейсмотехника» на данном этапе развития является расширение и удержание существующих рынков сбыта своей продукции. На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что ВЭД ОАО «Сейсмотехника» является достаточно успешной и развитие в том же направлении приведет к еще лучшим финансовым результатам в будущем.

Однако руководство ОАО «Сейсмотехника» может предпринять ряд шагов для увеличения эффективности ВЭД предприятия. Одним из которых является применение информационных технологий как эффективного способа деятельности предприятия на внешних рынках.

Для многих отечественных предприятий, как и для ОАО «Сейсмотехника», использование интернет-технологий в международной торговле позволит расширить возможности выхода на мировой рынок и предоставит дополнительные возможности для развития системы маркетинга предприятия (организации) (табл. 1) [1].

Сравнительная характеристика признаков традиционной торговли и электронной торговли выявила преимущества электронной торговли и подтвердила обоснованность применения интернет-технологий отечественными предприятиями для выхода на внешние рынки (табл. 2) [1].

Таблица 1

Преимущество использования интернет-технологий при продажах

Дополнительные возможности, предоставляемые интернет-технологиями отечественным экспортерам для развития системы маркетинга предприятия (организации)	
Возможность представить информацию о предприятии	Простота поиска деловых контактов
Возможность сделать бизнес-информацию легкодоступной	Дополнительное обслуживание клиентов
Привлечение общественного интереса	Обнародование информации в точно означенное время
Реализация заочной автоматизированной торговли	Демонстрация рисунков, фотографий, звукового ряда и видеоизображений
Выход на наиболее желаемую аудиторию	Ответы на наиболее часто задаваемые вопросы; постоянный контакт с партнерами, дилерами и агентами
Возможность оперативного обновления информации	Завоевание международного рынка
Организация 24-часового обслуживания заказчиков	Исследование нового рынка услуг и товаров
Организация постоянной обратной связи с заказчиками	Обслуживание регионального рынка
Выход на специализированный рынок информационных технологий	

С учетом критериев эффективности использования интернет-технологий в международной торговле для ряда предприятий будет целесообразным [1]:

– осуществить перевод части постоянных заказчиков на торговые взаимоотношения с использованием интернет-технологий, что позволит снизить издержки на осуществление заказов и гибче взаимодействовать с клиентами;

– организовывать представления в иностранных электронных базах данных производителей информации о предлагаемой продукции, организовывать упрощенный доступ к номенклатуре производимой продукции потенциальным иностранным покупателям, заказчикам.

Модели традиционной и электронной торговли

Модель традиционной торговли	Модель торговли на основе интернет-технологий
Сложность и значительная стоимость распространения информации о товарах, услугах	Отсутствие сколько-нибудь значительных трудностей в распространении информации о товарах, услугах среди достаточно большой аудитории покупателей (потребителей), возможность работы с целевой аудиторией покупателей
Реальная эффективность функционирования традиционных магазинов определяется в течение одного-двух лет его функционирования	Эффективность функционирования электронных магазинов обнаруживается в течение нескольких месяцев их эксплуатации
Возможности посещения потенциальными покупателями сети реально работающих магазинов затруднены вследствие расположения их в различных местах и, соответственно, необходимости значительных времени на поездки	Возможность оперативного посещения в сети центров электронной торговли весьма упрощены за счет времени использования электронных средств навигации, исключающих необходимость физического посещения магазинов
Использование для оплаты товаров и услуг преимущественно «живых» денег	Использование для оплаты товаров и услуг электронных (цифровых) денег
Отсутствие проблем с обеспечением сохранности денег у покупателей	Наличие проблемы обеспечения сохранности цифровых денег у покупателей, что обуславливается надежностью принятой к использованию безналичной платежной системы
Затруднено знакомство потенциальных покупателей с номенклатурой однотипной продукции, имеющейся в различных магазинах, так как на это требуется много времени (в том числе на поездки)	Облегчена сравнительная оценка параметров однотипной продукции в различных электронных магазинах потенциальных покупателей, а также и их выбор

При доработке веб-сервера многих компаний представляется необходимым увеличение объема сайта за счет подробной информации о наличии товаров, их визуализации, детального описания других продуктов и услуг, предоставляемых компанией, и возможности заказа товаров через интернет, используя технологию заказа необходимой продукции прямо на сайте с автоматическим немедленным отправлением заполненного клиентом бланка заказа непосредственно на электронную почту компании [2].

Необходимо увеличить также консультативную нагрузку на сайт за счет размещения на нем подробных потребительских описаний, видов маркировки, описания предназначения и других характеристик предлагаемой продукции. Попав на сайт, клиент должен иметь возможность получить исчерпывающую информацию по любому вопросу, связанную с предлагаемой продукцией и услугами. Тогда у него не останется никаких вопросов и ему останется только заполнить бланк заказа и получить оперативный ответ. В связи с этим увеличивается объем сайта [2].

Помимо этого, предлагается максимально использовать элементы интернет-маркетинга в целях информирования и привлечения в качестве посетителей представителей целевой аудитории интернет-ресурса [2].

Реклама в интернете – это инструмент, использование которого является необходимым условием для успеха популярности любого интернет-ресурса, для эффективного создания и поддержания имиджа компании или мероприятия, для продвижения торговой марки на рынке и т. д. [3].

Чтобы добиться успеха в сети, потребуется приложить немало усилий для [3]:

- привлечения посетителей на веб-сайт;
- поиска в сети покупателей для продукции/сервиса;
- создания (улучшения) в интернете имиджа компании, ее продукции и услуг.

Необходимо создать внутри сайта собственную поисковую систему, чтобы клиент мог легко найти интересующую его продукцию и информацию. Также целесообразно разместить баннерную рекламу на большей части наиболее посещаемых «проводниковых» интернет-ресурсов. Это нужно для повышения популярности самого сайта, чтобы потенциальные клиенты могли легко обнаружить сайт компании [3].

Несомненно, полезно создать собственный список рассылки по электронной почте. Это не потребует значительных усилий капиталовложения, а эффективность данного шага будет весьма высокой, так как данная рассылка будет распространяться по целевой аудитории, а не случайным образом [3].

В заключение стоит подчеркнуть, что использование новых технологий и систем подобных глобальной компьютерной сети Интернет в комплексе маркетинга предприятия может успешно развиваться на основе оценки эффективности их использования, в том числе экономического эффекта от внедрения и использования на предприятии. В этой связи проблема оценки эффективности использования ресурсов интернет в системе внешней экономической деятельности является одной из важнейших.

Л и т е р а т у р а

1. Долгов, С. И. Внешняя экономика на рубеже веков / С. И. Долгов. – М. : Экономика, 2001.
2. Паньшин, Б. Н. Цифровая экономика и проблемы развития электронной торговли в Республике Беларусь / Б. Н. Паньшин // Электронная торговля в СНГ и восточноевропейских странах: вместе в XXI век : материалы междунар. конф. – Минск, 2000.
3. Успенский, И. В. Internet как инструмент маркетинга / И. В. Успенский. – СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2000.
4. Соркин, С. Л. Внешнеэкономическая деятельность предприятия: экономика и управление : учеб. пособие / С. Л. Соркин. – Минск : Соврем. шк., 2006. – 283 с.

МЕРЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ РИСКА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

И. В. Гатальская

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

Научный руководитель Е. В. Трейтьякова

Важнейший аспект стабильного развития организации – рост инвестиционного потенциала. Эффективность инвестиций в той или иной степени определяют результаты деятельности организации, ее конкурентоспособность. Инвестирование реализуется по средствам инвестиционных проектов. Инвестиционный проект – это проект, в котором все мероприятия и связанные с ними действия описываются с позиции инвестирования денежных средств и ресурсов и полученных в связи с этим результатов [1, с. 48].

Неопределенность среды реализации инвестиционных проектов (неполнота и неточность информации о внутренних и внешних условиях реализации проекта, непостоянность экономической и политической среды в стране и мире и т. п.) приводит к возникновению рискованных ситуаций – возможность возникновения таких условий, которые приведут к негативным последствиям для всех или отдельных участников проекта [2, с. 252].

Процедура оценки и анализа инвестиционных рисков связана с жизненным циклом инвестиционного проекта:

1. На этапе планирования инвестиционного проекта производят качественный и количественный анализы. Данный этап очень важен и существенен, так как помогает выявить возможные риски до момента осуществления проекта и выявить целесообразность его осуществления в целом.

2. На этапе реализации проекта происходит управление определенными ранее рисками.

3. На этапе завершения проекта проводят анализ реализовавшихся рисков и подводят итоги.

Существует два подхода при учете факторов неопределенности и риска: качественный и количественный (табл. 1).

Итогом качественного анализа рисков является описание всех видов неопределенностей, характерных для проекта, факторов и источников, которые их вызывают, и в итоге – выявление возможных рисков проекта.

Результат количественного подхода заключается в численном измерении влияния факторов неопределенности и риска на компоненты эффективности инвестиционного проекта.

Таблица 1

Классификация методов анализа рисков

Качественный анализ	Количественный анализ
1. Методы экспертных оценок риска	1. Анализ чувствительности
2. Метод аналогий	2. Дерево решений
3. Анализ уместности затрат	3. Монте-Карло

Результаты вышеописанных методов анализа рисков позволяют разработать обоснованные мероприятия, направленные на их снижение [3, с. 389]:

1. Распределение рисков между участниками проекта (возложение части рисков на соисполнителей) – реализуется в процессе создания программы реализации проекта и контрактных документов. Устанавливается доля риска, которая возлагается на каждого участника проекта. Чем она больше, тем выше должно быть вознаграждение за риск.

2. Создание резервных фондов – один из основных способов покрытия непредвиденных расходов, обусловленных возможным удорожанием работ (инфляцией затрат), и гарантией реализации проекта в намеченные сроки.

3. Диверсификация – процесс разделения капитала между разными объектами инвестирования, которые независимы друг от друга. Она является наиболее обоснованным и относительно менее затратным способом снижения степени риска. Выделяют:

3.1. Диверсификация валютного портфеля – означает выбор для осуществления внешнеэкономических операций разной валюты.

3.2. Диверсификация депозитного портфеля – размещение свободных денежных средств организации на хранение в различных банках.

3.3. Диверсификация портфеля ценных бумаг – помогает снижать уровень риска портфеля, не уменьшая при этом уровень его доходности.

3.4. Диверсификация программы инвестирования – означает, что в программу инвестирования будут включены разные инвестиционные проекты с различной отраслевой и региональной направленностью.

4. Страхование риска – передача рисков страховой компании, используется в тех случаях, когда участники проекта не могут за счет собственных средств уменьшить вероятность наступления того или иного рискованного события или компенсировать его последствия. В процессе страхования организации гарантируется страховая защита по всем основным видам его рисков.

Прибегая к услугам страховщиков, предприятие должно, в первую очередь, определить объект страхования – виды рисков, по которым оно намерено обеспечить внешнюю страховую защиту.

Страховые услуги, обеспечивающие страхование рисков организации, классифицируются по формам, объектам, объемам, видам. Подробная классификация представлена в табл. 2.

Таблица 2

Классификация страховых услуг

Признак классификации	Классификация	Пояснение
По формам	Обязательное страхование	Форма страхования, означающая страхование риска снижения уровня финансовой устойчивости организации, вызванного возможным снижением доли собственного капитала
	Добровольное страхование	Форма страхования, базирующаяся на добровольно заключаемом договоре, исходя из интереса как страхователя, так и страховщика
По объектам	Имущественное страхование	Охватывает все главные виды материальных и нематериальных активов организации
	Страхование ответственности	Страхование, объект которого – ответственность организации и ее работников перед третьими лицами, которым может быть нанесен ущерб в результате какого-либо действия страхователя
	Страхование персонала	Включает страхование организацией жизни своих работников и возможные случаи потери ими трудоспособности и др.

Окончание табл. 2

Признак классификации	Классификация	Пояснение
По объемам	Полное	Обеспечивает страховую защиту организации от негативных последствий рисков при наступлении страхового события
	Частичное	Обеспечивает страховую защиту организации при наступлении конкретных определенных событий и в размере определенных сумм
По видам	Страхование имущества	Охватывает все главные виды материальных и нематериальных активов организации
	Страхование кредитных рисков	Страхование, объект которого – риск неплатежа со стороны покупателей при предоставлении им товаров, на условиях последующей оплаты
	Страхование депозитных рисков	Объект страхования – риск невозврата банком суммы основного долга и процентов по вкладам
	Страхование финансовых гарантий	Объект страхования – риск невозврата суммы основного долга и неуплаты процентов
	Страхование инвестиционных рисков	Объект – разные риски инвестирования (риски несвоевременного завершения проектно-конструкторских работ, строительно-монтажных работ и др.)

Из изложенного выше можно сделать вывод о том, что из всей совокупности методов анализа и оценки рисков инвестиционных проектов нельзя выделить только один универсальный, который применялся бы во всех ситуациях. На протяжении всего жизненного цикла проекта применяется совокупность различных, как качественных, так и количественных методов, дающих результаты лишь в определенной области исследования рискованности инвестиционного проекта.

Проведенный анализ дает возможность разработать и применить меры снижения рисков, а следовательно, и потерь от возникновения рисковых ситуаций. Таким образом, можно сказать, что управление рисками при осуществлении инвестиционной деятельности – это сложный процесс, который осуществим лишь при использовании комплексного подхода при планировании и реализации инвестиционного проекта.

Литература

1. Ример, М. И. Экономическая оценка инвестиций / М. И. Ример. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2008. – 480 с.
2. Непомнящий, Е. Г. Экономическая оценка инвестиций : учеб. пособие / Е. Г. Непомнящий. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. – 292 с.
3. Колтынюк, Б. А. Инвестиции : учебник / Б. А. Колтынюк. – СПб. : Изд-во В. А. Михайлова, 2003. – 848 с.

ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Я. Д. Куприянова, А. Ю. Авраменко

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

Научный руководитель О. В. Телегина

Предпринимательство – одна из важнейших составляющих современной экономики. В странах рыночной экономики предпринимательство получило широкое распространение и составляет основу формирования среднего класса общества, способствует росту занятости населения, вносит значительный вклад в создаваемый валовой внутренний продукт (ВВП). Важнейшими элементами формирования предпринимательской среды являются экономическая свобода и личная заинтересованность как мотив деятельности.

За последние десять лет в Беларуси число предпринимателей заметно возросло. Основную часть белорусского предпринимательства составляет малый и средний бизнес. Используя статистические данные, рассмотрим динамику экономических показателей деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства Республики Беларусь, а также оценим их вклад в республиканские экономические показатели.

В белорусской статистике к субъектам малого и среднего предпринимательства (МСП) относят индивидуальных предпринимателей, микроорганизации с численностью занятых до 15 чел., малые организации с численностью – от 16 до 100 чел, средние организации с численностью – от 101 до 250 чел. По индивидуальным предпринимателям статистическая информация представлена в ограниченном виде, поэтому более детально можно оценить лишь вклад в экономические показатели микро-, малых и средних организаций.

Основные экономические показатели деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства Республики Беларусь [1]

Показатели	2010 г.	2012 г.	2014 г.
<i>Микроорганизации, малые и средние организации</i>			
Количество организаций, ед.	86917	99986	114208
Средние организации	2753	2542	2416
Микро-малые организации	84164	97444	111792
Средняя численность работников, тыс. чел.	1247,4	1209,9	1200,6
Средние организации	462,4	403,3	382,1
Микро-малые организации	784,9	806,6	818,5
Экспорт товаров, млрд долл. США	10,8	19,0	15,1
Импорт товаров, млрд долл. США	13,0	16,1	14,3
<i>Индивидуальные предприниматели</i>			
Количество индивидуальных предпринимателей, чел.	231834	232851	248952

Динамика, представленная в таблице, демонстрирует рост общей численности организаций МСП и индивидуальных предпринимателей за пятилетний период с 2010 по 2014 г. Однако на фоне общего роста в данном секторе сокращение числа организаций наблюдается среди средних организаций, что может быть свидетельством их меньшей устойчивости, по сравнению с малыми предприятиями, в условиях макроэкономической нестабильности. Снижение числа средних организаций стало главной причиной сокращения общей численности занятых в секторе МСП за рассматриваемый период.

Более благоприятной тенденцией выглядит динамика экспортно-импортных операций малого и среднего бизнеса. Так, наблюдается одновременный рост экспорта и импорта за период 2010–2014 гг. Однако темп роста экспорта за период оказался выше темпа роста импорта и, если в 2010 г. сальдо экспортно-импортных операций было отрицательное, то по итогам 2014 г. оно стало положительным, т. е. экспорт товаров превысил импорт. Всплеск экспорта наблюдался в 2012 г., что можно объяснить эффектом девальвации 2011 г.

Оценить вклад малого и среднего бизнеса в социально-экономическое развитие страны можно по данным рис. 1. Субъекты малого и среднего предпринимательства создали 21,7 % ВВП в 2014 г., что выше, чем в 2009 г. (18,8 %), однако по сравнению с развитыми странами, где доля данного сектора составляет более 50 %, это относительно невысокий показатель.



Рис. 1. Удельный вес субъектов малого и среднего бизнеса в основных экономических показателях (по данным [1])

Немаловажна роль малого бизнеса и в решении проблем безработицы и обеспечения занятости населения. Предоставляя дополнительные рабочие места, предприниматели сокращают уровень безработицы в республике. Данная социальная роль малого и среднего бизнеса подтверждается более высокой долей его в занятости населения по сравнению с долей в ВВП: 28,0 % занято в малом и среднем бизнесе в 2014 г. от общей численности занятых в экономике. Незначительное изменение доли занятых в секторе малого и среднего предпринимательства за 6 лет (в 2009 г. – 28,1 %) при росте его доли в создании ВВП может быть свидетельством роста производительности труда в данном секторе.

Доля в выручке от реализации и в инвестициях в основной капитал превышает их долю в ВВП и может свидетельствовать о большей доходности и инвестиционной

активности по сравнению с крупными предприятиями. Однако отсутствие положительной динамики удельного веса в выручке от реализации за исследуемый период может указывать на наличие финансовых ограничений в этом периоде, вероятно, связанных с белорусскими кризисами 2011 и 2014 гг.

Данные рис. 1 также демонстрируют значительный экспортный потенциал малого и среднего бизнеса. Это подтверждается тем, что его доля в экспорте Беларуси (41,5 % в 2014 г.) превышает долю в импорте (35,0 %), что способствует снижению отрицательного сальдо по текущему счету платежного баланса страны.

Таким образом, оценка показателей функционирования малого и среднего предпринимательства в Беларуси за 2009–2014 гг. свидетельствует, что, несмотря на его невысокую долю в ВВП страны по сравнению с развитыми странами, имеется устойчивая тенденция роста его вклада в экономические показатели. При этом доля предприятий малого и среднего бизнеса в таких показателях, как численность занятых, инвестиции в основной капитал, экспорт товаров превышает его долю в ВВП, что свидетельствует о социальной роли малого и среднего предпринимательства, его инвестиционной активности и высоком экспортном потенциале.

Невысокая доля сектора малого и среднего предпринимательства в создаваемом Республикой Беларусь ВВП говорит о том, что потенциал данного сектора экономики полностью неиспользован. Предприниматели в состоянии привлечь в страну иностранные инвестиции, создать новые рабочие места, полноценно интегрировать страну в производственные, потребительские и инновационные процессы мировой экономики. Частный бизнес может активно участвовать в модернизации экономики. Однако в настоящее время, принимая во внимание состояние делового климата в стране, МСП не выполняют ту роль в экономике, которую могли и должны выполнять.

Опросы предпринимателей, проводимые Исследовательским центром ИПМ о проблемах ведения бизнеса [2], показывают, что барьерами для развития бизнеса в 2014–2015 гг. были: трудная макроэкономическая ситуация, дорогие кредитные ресурсы, снижение покупательского спроса на внутреннем и внешнем рынках. Многие предприниматели отмечают неравенство условий деятельности в сравнении с государственными предприятиями (отношение контролирующих органов, арендные ставки, условия получения лицензий или разрешений, цены на сырье, доступ к кредитным ресурсам). Негативное влияние на деятельность малого и среднего бизнеса оказали также административные процедуры (чрезмерная зарегулированность, незащищенность в реализации прав собственности) и уровень бюрократизации.

Таким образом, сравнивая с результатами опросов предпринимателей, проводимых в предыдущие годы, можно отметить, что по-прежнему остаются высокими административные барьеры, к которым добавляются и зачастую выходят на первый план макроэкономические проблемы, связанные с падением покупательной способности населения, ростом неплатежей, валютным регулированием. Проблемы на макроэкономическом уровне усложнили условия деятельности для отечественных малых и средних предприятий как напрямую (ограничив возможности привлекать внешнее финансирование), так и косвенно (через падение спроса на производимую продукцию). Поэтому главной задачей на ближайший год для руководства страны в контексте развития в Беларуси малого и среднего предпринимательства становится макроэкономическая стабилизация наряду с работой по улучшению качества деловой среды.

Литература

1. Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь : стат. сб. – Минск : 2015. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 16.02.2016.

2. Белорусский бизнес 2015: состояние, тенденции, перспективы / Исслед. центр ИПМ. – 2015. – Режим доступа: <http://www.research.by/webroot/delivery/files/Business2015r.pdf>. – Дата доступа: 16.02.2016.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»)

Е. Д. Куликович

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

Научный руководитель И. В. Ивановская

Первостепенная роль в производственно-хозяйственной деятельности каждого предприятия принадлежит основному производству. Задача управления основным производством заключается в создании условий для наиболее эффективного сочетания и использования всех его элементов: труда, предметов труда и средств труда. Однако редкое предприятие может похвастаться высокой эффективностью управления производством. В связи с чем возникает необходимость проведения анализа управления основной производственной деятельностью, который позволяет не только получить достоверную оценку состояния системы управления производством, но также показывает, по каким конкретным направлениям надо вести работу для повышения эффективности управленческой деятельности, что приводит к снижению себестоимости и повышению качества выпускаемой продукции, росту производительности труда и эффективности производства, сокращению длительности производственного цикла, повышению темпов обновления продукции и технического развития производства.

Предметом исследования является система управления основным производством на предприятии. В качестве объекта исследования было выбрано ОАО «Гомельский химический завод». Данное предприятие является одним из ведущих предприятий нефтехимической отрасли Беларуси и крупнейшим в стране, выпускающим фосфорсодержащие минеральные удобрения.

Основной целью исследования является разработка мероприятия, направленного на повышение эффективности управления основным производством предприятия.

Цель работы обусловила постановку и решение следующих задач:

- 1) изучение основного производственного процесса и его составляющих;
- 2) осуществление анализа эффективности управления основным производством на ОАО «Гомельский химический завод»;
- 3) разработка мероприятия по совершенствованию системы управления основным производством предприятия.

В первую очередь, в процессе исследования был произведен анализ системы управления основным производством ОАО «Гомельский химический завод», в ходе которого были рассмотрены и изучены функциональные подразделения предприятия, принимающие участие в управлении производством, их задачи, функции и методы управления. Далее был изучен производственный процесс основных видов продукции предприятия, рассчитаны такие показатели, как длительность производственного цикла, пооперационное распределение времени, коэффициенты загрузки мощностей, структура себестоимости продукции и другие, не менее важные, показатели эффективности управления производственной деятельностью предприятия.

На основе проведенного анализа были сделаны следующие выводы об эффективности управления основным производством ОАО «Гомельский химический завод»:

– на предприятии создана достаточно хорошая система управления производством, основными преимуществами которой являются распределение обязанностей и функций между структурными подразделениями, а также профессиональная специализация сотрудников, однако существующая система управления производством имеет некоторые недостатки, такие, как отсутствие единства действий и постоянных взаимосвязей между различными структурными подразделениями предприятия;

– значительным недостатком является отсутствие единой системы управления материальными потоками, создание которой могло бы упростить документооборот между общающимися подразделениями предприятия, упростить процесс анализа и контроля производственных показателей и ускорить процесс разработки планов и принятия необходимых решений;

– анализ использования производственного времени выявил такое явление, как чрезмерная длительность производственного процесса, 10 % которого занимают вспомогательные и организационные работы;

– анализ использования производственной мощности показал, что предприятие использует только 80 % имеющейся мощности, из чего следует, что существует возможность увеличения объемов производства продукции, но по некоторым причинам предприятие ее не использует;

– в течение рассмотренного периода наблюдается повышение такого показателя, как материалоемкость, данное явление говорит о неэффективном использовании материальных ресурсов предприятия.

С целью решения некоторых из вышеперечисленных проблем целесообразно воспользоваться одной из современных автоматизированных систем управления материальными потоками (MRP, ERP, KANBAN, OPT и др.).

Учитывая преимущества и недостатки существующих систем управления материальными потоками, а также условия и особенности производства ОАО «Гомельский химический завод» оптимальным вариантом для внедрения на предприятии является система Optimized Production Technology (OPT), или оптимизированная производственная технология. Данная система объединила в себе ключевые элементы систем MRP и KANBAN на основе современных информационно-компьютерных технологий.

Основной принцип OPT – выявление в производстве узкого места или критических ресурсов. В их качестве могут выступать: запасы сырья и материалов, машины и оборудование, техпроцессы, персонал.

От эффективности использования критических ресурсов зависит эффективность экономической системы в целом, в то время как интенсификация использования остальных ресурсов, называемых некритическими, на развитии системы практически не сказывается. Исходя из рассмотренного выше принципа, предприятия, использующие систему OPT, не стремятся обеспечить стопроцентную загрузку рабочих, занятых на некритических операциях, поскольку интенсификация труда этих рабочих приведет к росту незавершенного производства и другим нежелательным последствиям.

В системе OPT в автоматическом режиме решается ряд задач оперативного и краткосрочного управления производством, в том числе формирование графика производства на один день, неделю, месяц. При формировании оптимального графика производства используются данные об эффективности использования ресурсов, обеспеченности заказов сырьем и материалами, объеме оборотных средств в запасах и гибкости производства [1].

Также система обладает набором баз данных, касающихся заказов, технологических процессов и ресурсов предприятия, доступ к которым имеют все подразделе-

ния, принимающие участие в управлении производственным процессом. Данная функция значительно упрощает документооборот между общающимися подразделениями предприятия, процессы анализа и контроля производственных показателей, а также ускоряет процесс разработки планов и принятия необходимых решений.

В настоящее время данная система активно используется крупнейшими американскими и европейскими промышленными предприятиями, в том числе «GeneralElectric», «Ford», «Westinghouse» и др. [2]. Однако в настоящее время белорусские предприятия не спешат перенимать опыт зарубежных компаний и ограничиваются использованием системы программ «1С: Предприятие», которая значительно уступает рассмотренной системе управления материальными потоками предприятия.

Несмотря на однозначные преимущества использования современных автоматизированных систем в процессе управления производством, основным фактором, препятствующим внедрению системы ОПТ на белорусских предприятиях, является ее высокая стоимость. Совокупные расходы на внедрение рассматриваемой системы на предприятии включают следующие статьи затрат:

- 1) приобретение и установка соответствующего программного обеспечения;
- 2) обучение персонала;
- 3) техническое обеспечение;
- 4) обслуживание системы в течение года.

Предполагаемым эффектом от внедрения системы ОПТ на ОАО «Гомельский химический завод», в первую очередь, является снижение длительности производственного цикла минимум на 5 %, за счет чего предприятие увеличивает суммарное количество производственных циклов в год, а в результате и объем выпускаемой продукции.

Благодаря особенности выпускаемой продукции, она пользуется спросом как на рынке Республики Беларусь, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья, что исключает возникновение проблем, связанных со сбытом дополнительно произведенного объема продукции.

Экономический эффект от внедрения системы ОПТ заключается не только в увеличении выхода готовой продукции, но также в снижении производственных и транспортных расходов, уменьшении объемов незавершенного производства, сокращении производственного цикла, снижении потребности в складских и производственных площадках, повышении ритмичности отгрузки произведенной продукции заказчику.

Таким образом, данное исследование управления основным производством ОАО «Гомельский химический завод» позволило выявить некоторые негативные моменты в существующей системе управления производством предприятия, которые сказываются на производственном процессе, себестоимости продукции и рентабельности предприятия. Внедрение современных автоматизированных систем, в частности, системы Optimized Production Technology, позволяет повысить эффективность управления производством предприятия, увеличить объемы производства, снизить себестоимость продукции, а также оптимизировать объем складских запасов сырья и материалов.

Литература

1. Микрологистическая концепция «Оптимизированная производственная технология» / Logisticinfo. – Режим доступа: <http://logistic-info.ru/koncepcija-opt.html>. – Дата доступа: 27.02.2016.
2. Производственная система ОПТ / Транспорт: история и современность. – Режим доступа: <http://www.trcover.ru/krbs-1164-3.html>. – Дата доступа: 27.02.2016.

**ПРОБЛЕМЫ ЗАНЯТОСТИ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ
(НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)****Т. А. Макарова***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Одна из наиболее важных проблем развития белорусской экономики в настоящий период – безработица. Уровень зарегистрированной безработицы на конец февраля 2016 г. составил 1,1 % к численности экономически активного населения (на конец февраля 2015 г. – 0,8 %) [6]. За последний год наблюдается рост численности безработных граждан в нашей стране (рис. 1). Максимальное количество официально зарегистрированных безработных в общей численности экономически активного населения зарегистрировано в Гомельской и Могилевской областях (1,3 %), наименьшая доля безработных зафиксирована в Минске, а именно – 0,7 %.



Рис. 1. Регистрация безработных в 2015–2016 гг.

Примечание. Разработано на основе данных Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь.

По данным Комитета по труду, занятости и социальной защите Гомельского облисполкома, численность зарегистрированных безработных на конец января 2016 г. составила 7,8 тыс. чел. Уровень зарегистрированной безработицы на конец января 2016 г. составил 1,3 % от экономически активного населения. По сравнению с декабрем 2015 г. количество зарегистрированных безработных увеличилось на 500 чел. Численность зарегистрированных безработных в январе 2016 г. стала наибольшей, начиная с 2007 г. [4].

Решить первоочередные проблемы создания дополнительных рабочих мест невозможно без отлаженного влияния государства, одним из механизмов такого влияния являются специальные государственные и региональные программы, ориентированные на формирование дополнительных рабочих мест. Одним из таких механизмов является Указ Президента Республики Беларусь № 78 от 23 февраля 2016 г., согласно которому руководителям государственных органов необходимо: обеспечить оперативное и всестороннее рассмотрение предложений предпринимате-

лей по развитию производств и созданию рабочих мест, оказывать им всемерное содействие; организовать разъяснительную работу с населением для популяризации предпринимательской деятельности, раскрепощения деловой инициативы граждан [1].

В документе изложены четкие подходы по мобилизации кадров на оперативное и продуктивное урегулирование проблем социально-экономического развития на основе разграничения обязательств.

С целью создания дополнительных рабочих мест в 2015 г. в Гомеле образованы два предприятия с иностранным капиталом – «Делком40» (производство мебели и ее компонентов) и «Гидросила БЕЛАР» (изготовление гидроузлов). Благодаря им, в экономику города привлечено около 6 млн долл. иностранных инвестиций. В 2016 г. компании создадут более 1 тыс. рабочих мест, а после выхода на проектную мощность, в 2017–2018 гг., там уже будут трудиться около 2,5–3 тыс. чел. [2].

Многообещающим является проект по добыче калийных солей на Петриковском месторождении. «На горно-обогатительном комбинате будут работать 2,6 тыс. чел. Если учесть членов семей работников, то это практически сегодняшнее население города. Реализация проекта даст серьезный толчок в развитии всего региона», – утверждает помощник президента Александр Турчин.

Еще одним вариантом решения задачи по обеспечению занятости населения является поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства со стороны органов местной администрации. Даже создание нескольких рабочих мест, предположим, в сфере обслуживания решит проблему доходов для некоторого количества семей.

На встрече руководства облисполкома с главами предприятий частной формы собственности Марина Кривунь, начальник отдела предпринимательства комитета экономики Гомельского областного исполнительного комитета, сообщила, что в 2016 г. в Гомельской области планируется создание более 2300 рабочих мест в связи с развитием сферы малого и среднего бизнеса. В течение прошлого года подобные предприятия и организации создали в регионе более 4 тыс. рабочих мест. Дополнительные рабочие места были созданы предпринимателями в сфере услуг, розничной торговли, производстве. В Гомельской области за счет средств государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения в 2015 г. оказана поддержка в виде субсидий 374 безработным гражданам для организации предпринимательской, ремесленной деятельности, деятельности по оказанию услуг в сфере агротуризма на общую сумму 6,2 млрд бел. р. Всего в регионе зарегистрированы и работают 27,4 тыс. индивидуальных предпринимателей и более 10 тыс. юридических лиц [3].

В Гомеле и Гомельской области в 2014 г. комитет по труду, занятости и социальной защите горисполкома обеспечивал около 1,7 тыс. дополнительных рабочих мест каждый месяц, а в 2015 г. их число уменьшилось до 900. Следовательно, создание рабочих мест будет важнейшим показателем, указывающим об эффективности деятельности предприятия. На данный момент Гомельский облисполком заключил 179 инвестиционных договоров на сумму более 2 млрд долл. В стадии внедрения находятся 66 договоров на общую сумму 861 млн долл. Реализация данных договоров позволит создать 3261 рабочее место [5]. Стоит обратить внимание на то, что по состоянию на 1 марта 2016 г. на рынке труда Гомельской области имелось более 5 тыс. вакантных рабочих мест, что на 1,8 тыс. больше, чем на начало года.

В феврале и марте 2016 г. были проведены массовые мероприятия по вопросам занятости населения: выездные приемы граждан, практические семинары, семинары-совещания, информационные встречи, «Мини-ярмарка вакансий» для трудоустройства несовершеннолетних учащихся в свободное от учебы время и т. д. Также про-

водилась «Ярмарка вакансий»: на мероприятии была представлена информация о свободных рабочих местах на предприятиях Житковичского района.

Планируется, что в 2016–2020 гг. в Республике Беларусь уровень зарегистрированной безработицы не увеличится более чем на 2 % к численности экономически активного населения. Одна из наиболее важных целей реализации политики занятости на следующие пять лет – это сохранение стабильной ситуации на рынке труда, увеличение эффективности использования трудового потенциала. Для этого следует создать условия, в этом и заключается основная задача подпрограммы «Содействие занятости населения», которая входит в состав Государственной программы о социальной защите и содействии занятости на 2016–2020 гг. Предоставление дополнительных рабочих мест населению является принципиальным условием эффективной социально-экономической политики, проводимой в Республике Беларусь. Это является наиболее важным, так как общественные возможности и его ресурсы проявляются собственно в сфере занятости, удовлетворяются наиболее существенными потребностями населения и материализуется его потенциал. «Показатель создания рабочих мест входит сейчас в число основных критериев, по которым будет оцениваться работа руководителей исполнительных комитетов в целом», – подчеркнул председатель Гомельского облисполкома Владимир Дворник.

Литература

1. О мерах по повышению эффективности социально-экономического комплекса Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 23 февр. 2016 г. № 78. – Режим доступа: <http://www.belta.by/president/view/ukaz-o-merah-po-povysheniju-effektivnosti-sotsialno-ekonomicheskogo-kompleksa-belarusi-182823-2016/http://www.belta.by/regions/view/bole-1-tys-rabochih-mest-sozdatut-v-gomele-na-dvuh-inostrannyh-predpriyatjah-180522-2016/>. – Дата доступа: 02.03.2016.
2. Более 1 тыс. рабочих мест будет создано в Гомеле в 2016 году на двух иностранных предприятиях. – Режим доступа: <http://www.belta.by/regions/view/bole-1-tys-rabochih-mest-sozdatut-v-gomele-na-dvuh-inostrannyh-predpriyatjah-180522-2016/>. – Дата доступа: 29.02.2016.
3. В 2016 году в Гомельской области планируют создать более 2300 рабочих мест за счет сферы малого и среднего бизнеса. – Режим доступа: <http://tkm.by/2016/03/v-2016-godu-v-gomelskoj-oblasti-planiruyut-sozdat-bole-2300-rabochih-mest-za-schet-sfery-malogo-i-srednego-biznesa/>. – Дата доступа: 30.03.2016.
4. В январе количество безработных в Гомельской области достигло рекордной отметки. – Режим доступа: <http://gomeltoday.by/rus/news/gomel-2021/>. – Дата доступа: 30.03.2016.
5. Не менее 5 тысяч рабочих мест будет создано в Гомельской области в 2016 году. – Режим доступа: <http://tynak.by/1278-ne-menee-5-tys-rabochih-mest-budet-sozdano-v-gomelskoj-oblasti-v-2016-godu.html>. – Дата доступа: 25.03.2016.
6. Ситуация в сфере занятости и безработицы в Республике Беларусь. – Режим доступа: <http://www.mintrud.gov.by/ru/sostojanie>. – Дата доступа: 02.03.2016.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «МЕДПЛАСТ»)

К. В. Пяткина

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

Научный руководитель А. М. Павлов

Актуальность выбранной темы состоит в том, что основой экономической деятельности любого хозяйственного субъекта является капитал, трактуемый прежде всего как определенная сумма денежных средств. В начале деятельности организа-

ция формирует собственный капитал, в дальнейшем она должна постоянно следить за его достаточностью, принимать меры для поддержания и наращивания его величины. Возможности становления хозяйственной деятельности и его дальнейшее развитие могут быть реализованы лишь только в том случае, если собственники разумно управляют капиталом, вложенным в предприятие. Результаты в любой сфере бизнеса зависят от наличия и эффективности использования финансовых ресурсов, обеспечивающих жизнедеятельность предприятия, – собственных финансовых ресурсов. Сформированный в начале учреждения предприятия собственный капитал позволяет организовать производственный процесс и возможность получения прибыли.

Рост прибыли, а соответственно, и рост собственного капитала предприятия при сохранении платежеспособности и кредитоспособности в условиях допустимого уровня риска позволяет обеспечить финансовую устойчивость предприятия и способность его дальнейшего развития.

В этой связи цель исследования – разработка мероприятий повышения эффективности использования собственных финансовых ресурсов (собственного капитала) предприятия. Объект исследования – ОАО «Медпласт». Предмет исследования – собственный капитал предприятия.

Достижение поставленной цели требует выполнения ряда этапов.

Первый этап – изучение структуры капитала. Анализ структуры капитала ОАО «Медпласт» показал, что в течение исследуемого периода наблюдались незначительные изменения в структуре капитала. Собственный капитал в течение периода был выше 80 %, заемный – более 13 %. Это является положительным моментом, так как собственный капитал превышает заемный. Большую часть источников капитала ОАО «Медпласт» составляет собственный капитал и его доля увеличивается, что положительно сказывается на финансовом состоянии предприятия.

Второй этап – изучение структуры собственного капитала. В результате анализа структуры собственного капитала было выявлено, что в структуре собственных источников уставный капитал на протяжении всего рассматриваемого периода остается неизменным и занимает 34,6 %. Резервный капитал также остается фактически неизменным, он составляет в общей структуре 0,5 %. Наибольшую долю в структуре собственного капитала занимает добавочный капитал – 64,9 %. Это говорит о том, что собственный капитал в основном сформирован за счет прироста стоимости имущества в результате переоценок основных средств и незавершенного строительства организации, производимых по решению правительства.

Третий этап – оценка эффективности использования собственного капитала. Анализ эффективности использования собственного капитала, который показал, что собственный капитал используется недостаточно эффективно. Об этом свидетельствуют низкие показатели оборачиваемости и рентабельности собственного капитала. Так, в исследуемом периоде произошло снижение коэффициента оборачиваемости капитала, что отражает тенденцию к бездействию части собственных средств. Также наблюдается значительное снижение рентабельности собственного капитала, данный показатель достаточно невысок на протяжении всего рассматриваемого периода (в 2012 г. – 0,5 %, в 2013 г. – 0,04 % и в 2014 г. – 0,01 %), т. е. налицо низкая доходность бизнеса для его владельцев. Данный показатель говорит о низкой эффективности использования собственного капитала предприятием. В результате факторного анализа было выявлено, что наибольшее влияние на это оказывает низкий уровень прибыльности и рентабельности продаж.

Четвертый этап – определение резервов и разработка организационных механизмов их реализации для обеспечения повышения эффективности использования собственного капитала предприятия ОАО «Медпласт».

По итогам проведенного анализа были предложены следующие мероприятия по повышению эффективности использования собственного капитала предприятия ОАО «Медпласт»:

1. Повышение объема выпуска продукции для обеспечения роста операционной прибыли путем снижения удельных затрат. Поскольку основным источником пополнения собственного капитала является прибыль, то любое ее увеличение будет способствовать укреплению состояния собственного капитала организации. Обстоятельства, определяющие целесообразность данного мероприятия, – наличие неудовлетворенного спроса и неполной загрузки производственных мощностей.

Увеличивая объем выпуска продукции, предприятие увеличивает свои переменные издержки, но при этом более эффективно использует постоянные затраты. То есть снизить себестоимость единицы изделия за счет сокращения постоянных издержек на единицу. Существующие мощности по производству шприцев (190 млн шт.) имеют недостаточный уровень загрузки. Так, в 2012 г. их уровень составлял 78,3 %, в 2013 г. – 83,8 %. Для выполнения производственной программы 2014 г. по производству шприцев в количестве 167,5 млн шт. не требуется ввод новых производственных мощностей. Был проведен анализ, который позволил выявить оптимальные объемы производства основных видов продукции: шприц 2А «Луер», шприц 5Б «Луер», шприц 10Б «Луер». В результате анализа было выявлено, что объем выпуска по этим трем видам шприцев в натуральном выражении может быть увеличен на 10 млн шт.

Проведенные экономические расчеты показали, что более полная загрузка имеющихся производственных мощностей с учетом спроса по каждому из рассмотренных видов продукции позволит ОАО «Медпласт» снизить себестоимость выпускаемой продукции и выполнить все заказы в срок, что, в свою очередь, приведет к увеличению оборачиваемости и сокращению длительности оборота, что обуславливает повышение интенсивности использования собственного капитала предприятия. Также в результате роста объема производства увеличится величина операционной прибыли и собственного капитала, что позволяет говорить о целесообразности осуществления данного мероприятия.

2. Повышение эффективности использования собственного капитала предприятия за счет проведения энергосберегающих мероприятий, обуславливающих дополнительный рост прибыли. В основе реализации данного резерва лежит организационно-техническое мероприятие – внедрение частотно-регулируемого электропривода на насосы К45/30 холодного водоснабжения цеха медполимеров, за счет чего снизятся затраты на производство продукции и, как следствие – повысится эффективность использования собственного капитала предприятия. Проведенные расчеты показали, что с экономией энергоресурсов уменьшится и величина себестоимости продукции. При сохранении уровня цен на продукцию это приведет к увеличению прибыли от реализации на величину, равную экономии энергоресурсов. Капиталовложения в данное мероприятие составят 19,0 млн р., годовой экономический эффект по результатам расчетов составил 148,8 млн р., срок окупаемости – 0,2 года, рентабельность собственного капитала возросла на 0,07 %, указанные значения позволяют говорить о целесообразности осуществления данного мероприятия.

3. Повышение эффективности использования собственного капитала за счет эффекта финансового левиреджа. Опыт мировой экономической практики свидетельствует, что развитие только за счет собственных ресурсов снижает некоторые финансовые риски в бизнесе, но сильно снижает скорость приращения размера бизнеса, прежде всего, выручки. Привлечение дополнительного заемного капитала при правильной финансовой стратегии и качественном финансовом менеджменте может

резко увеличить доходы акционеров компании на их вложенный капитал. В исследуемой ситуации ОАО «Медпласт» предлагается оптимизировать структуру капитала по критерию максимизации уровня рентабельности собственного капитала.

Расчеты при выборе наиболее выгодного варианта структуры капитала для ОАО «Медпласт» показали, что увеличение объемов заемных средств можно обеспечить за счет получения кредита под 30 % годовых, с учетом риска максимальное увеличение ставки, возможно, не более чем на 2 %. Расчет по увеличению заемного капитала ОАО «Медпласт» осуществлялся при неизменном уровне собственного капитала на уровне 2014 г. Заемный капитал определен, исходя из имеющейся в наличии в 2014 г. суммы в размере 33118 млн р. Дальнейшее определение займов с шагом в 1000 млн р. выявлено, что наиболее высокий уровень финансовой рентабельности собственного капитала в 0,15 % возможно достичь при достижении уровня коэффициента финансового левериджа 0,165, при увеличении доли заемного капитала на 1,1 % (до 14,1 %). При этом оборачиваемость капитала увеличится до уровня 0,313, а продолжительность оборота снизится на 7 дней. Значения указанных показателей позволяют говорить о целесообразности осуществления данного мероприятия.

В качестве способов привлечения заемных средств могут быть использованы: облигационный займ, инвестиционный кредит и лизинг. Положительным эффектом от облигационного займа выступают: сравнительно низкая стоимость привлечения ресурсов; возможность пересмотра стоимости ресурсов в зависимости от конъюнктуры рынка; возможность привлечения значительного объема средств; невысокая периодичность платежей (как правило, раз в полугодие); формирование имиджа участника финансового рынка. Отрицательный эффект: дополнительные расходы, связанные с регистрацией и размещением займа; возможность нецелевого использования ресурсов. Положительные эффекты инвестиционного кредита: возможность изменения процентной ставки и включения расходов по погашению процентов в себестоимость, формирование кредитного рейтинга. Отрицательные эффекты: фиксированные сроки платежей с высокой периодичностью (ежемесячно); возможность нецелевого использования ресурсов; высокая процентная ставка. Положительные эффекты лизинга: возможность гибкого графика лизинговых платежей; уменьшение налогооблагаемой прибыли; уменьшение налога на имущество; целевой характер использования ресурсов. Отрицательные эффекты лизинга: наличие первоначального взноса в виде авансового платежа; увеличение процентной ставки (маржа лизинговой компании).

Таким образом, определение резервов роста эффективности использования собственных финансовых ресурсов основано на выполнении анализа динамики и структуры собственного капитала предприятия, оценке результатов деятельности и использовании факторов производства, а критерием количественной оценки целесообразности разработанных мероприятий (обеспечение роста объемов производства, снижения издержек и привлечения заемных финансовых ресурсов) является рост рентабельности собственного капитала предприятия.

ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

А. Н. Супроненко

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

Научный руководитель Н. С. Сталович

В настоящее время трудно представить себе работу крупных предприятий без современных технологий. Но почему-то в процессе управления и организации рабо-

ты производства стараются придерживаться давно состоявшихся мер, которые одновременно являются устаревшими. Зачастую рабочий процесс на отечественных предприятиях рассматривается в рамках функционального подхода.

Процесс закупки на любом предприятии начинается от подачи заявки поставщику до приемки заказа на склад. Промежуточные звенья данного процесса многочисленны и каждый из них закрепляется за определенным работником из соответствующего функционального подразделения.

Данный подход отличается громоздкостью бумажной работы и большими затратами времени на многочисленные подписи документов и постоянные ожидания выполнения того или иного этапа работы, что отвлекает специалистов, занимающихся определенным этапом закупки товара, от его прямых обязанностей. Можно выделить и несколько положительных черт: нет необходимости нанимать работников высокой квалификации, так как каждый постоянно выполняет отдельно выделенную обязанность; отчет о проделанной работе предоставляется по цепочке управления.

Количество штатных работников на отечественном заводе может составлять 800–900 чел., в Европе эта цифра может быть представлена 150 ед. при той же мощности. При всем этом срок закупки может длиться несколько месяцев, точная сумма затрат на закупку не всегда известна, запасы на складах значительно превышают норму. При проявлении инициативы, т. е. при возникновении новых идей, сотрудник должен сообщить вышестоящему по иерархии, а получивший информацию, передать ее следующему звену и так – по цепочке. При внедрении изменений усложняется не только определенная функция, но и вся система снабжения. Возникают проблемы с конечным результатом, так как счет по заказу могут закрыть, при этом операции станут выполняться дальше.

Чтобы улучшить систему снабжения на предприятиях, можно воспользоваться реинжинирингом бизнес-процессов. В отличие от известных методов постепенного совершенствования работы организаций реинжиниринг представляет собой решительную, стремительную и глубокую «прорывную» перестройку основ организации и управления внутри предприятия. Особенность реинжиниринга состоит в том, что уже существующая столетиями узкая специализация Адама Смита и обусловленная ею многократная передача ответственности в производстве и, особенно, в управлении, не соответствует современным требованиям. Производство и управление преобразуются в настоящее время в сквозные бизнес-процессы, ответственность за которые от начала и до конца берет на себя специально сформированная для этого команда, способная выполнять широкий спектр работ [1].

Достойным примером реинжиниринга является французская компания Sucres&Denrées (известна также под сокращенным названием Sucden), один из мировых лидеров в торговле и производстве сахара [2].

В основе реинжиниринга лежит понятие радикальности, т. е. полного перепроектирования бизнес-деятельности. Даже при полном контроле и соблюдении качественной и добросовестной работы в целом трудно добиться значительного сдвига времени в сторону сокращения, ведь из процесса не будет исключена документальная загруженность работы. Эффективность деятельности служб снабжения на предприятии можно оценить по следующим параметрам:

- сокращение сроков закупок;
- рациональность расходования бюджета;
- связь с подразделениями по онлайн-связи;
- сокращение детального контроля на каждом этапе закупок.

Реинжиниринг можно осуществить путем внедрения процессного подхода. Организация работ по такому подходу положена в основу стандартов ИСО серии 9000.

Согласно стандарту «ИСО 9001:2000», систематическая идентификация и управление различными процессами организации, и, в особенности, взаимосвязями между процессами, могут рассматриваться как подход, основанный на процессах, или «процессный подход» [3]. Стандарт поощряет применение процессного подхода в управлении и также рассматривает его как способ выявления и реализации возможностей для улучшения. Для реализуемого проекта также существует стандарт «Управление снабжением» (ISO 9001:2000 – «7.4.Закупки») [4].

Данный подход трудно применить к отечественным предприятиям. Зачастую люди не принимают новизны и, несмотря на внедрение новых принципов работы, делают всю работу «по-старому». Поэтому следует разъяснять основные принципы новой системы среди пользователей.

Решающую роль в реинжиниринге играют информационные технологии. Единая информационная система на предприятии (ERP-система) позволяет разрушить межфункциональные барьеры, так как все документы и информация находятся в едином пространстве, технические специалисты следят за выполнением бюджета, бухгалтеры видят производственный план и резервируют средства на счетах для выполнения закупок материалов. Данная система позволяет избавиться от загруженной бумажной работы и от значительного времени на ходьбу по кабинетам в процессе работы. Нужный документ доступен всегда и в любом месте, где он может понадобиться. Заявка, введенная специалистом, может преобразоваться в счет и контракт, т. е. превратиться из начального документа в конечный.

Итак, для реализации реинжиниринга на основе процессного подхода необходимо:

- формирование новой команды, т. е. сбор членов команды, которые до этого работали в разных отделах. Их работа организуется с помощью единого информационного пространства;
- возможность электронной подписи. Каждому члену сформированной команды предоставляется свой логин и пароль в единой информационной системе и определенные права доступа к информации;
- организация в одну – работ разных должностей;
- выполнение различных этапов параллельно, а не последовательно. Порядок выполнения этапов не зависит от передачи документов из одного отдела в другой;
- для определенных видов закупок разработка своих видов осуществления процессов;
- тесная интеграция с поставщиком. Онлайн-предоставление необходимой информации поставщику, выгодные предложения заказов и др.

В итоге сроки выполнения закупок сократятся, случаи выхода за рамки бюджета будут максимально исключены, контроль за работой станет дешевле, доступ к информации будет возможен в любое время и в любом месте, сокращение запасов на складе и частота их обновления повысятся и снизится количество заказов, поставленных не в срок.

Л и т е р а т у р а

1. Чампи, Дж. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе : учебник / Дж. Чампи, М. Хаммер. – М. : Инфра-М, 2001.
2. Иносми.ру. – Режим доступа: <http://inosmi.ru/economic/20120608/193301503.html>. – Дата доступа: 05.03.2016.
3. Стандарт ISO 9001:2000. Новое качество.
4. Стандарт ISO 9001:2000. 7.4. Закупки.

Секция VI КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕРЕЗ МЕНЕДЖМЕНТ ПЕРСОНАЛА

К. Э. Войнич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель О. А. Ленкевич

Система менеджмента качества (СМК) рассматривает персонал организации как один из видов ресурсов, поскольку от работы персонала зависит результативность и эффективность не только системы качества, но и конкурентоспособность организации в целом. Управление персоналом является одним из ключевых элементов системы качества.

Персонал организации задействован во всех процессах системы менеджмента качества: в процессах управленческой деятельности, в основных и во вспомогательных процессах, а также в процессах измерения, анализа и улучшения. Таким образом, деятельность персонала непосредственно влияет на качество продукции или услуг, поэтому существуют требования к компетентности персонала, включающие в себя следующие аспекты:

- образование;
- соответствующая подготовка;
- навыки;
- опыт.

Для обеспечения необходимого уровня компетентности персонала руководству организации следует способствовать повышению квалификации сотрудников, развивать и повышать уровень их компетентности, а также принимать меры по поддержанию достигнутого уровня [1].

Высшему руководству необходимо также создавать и поддерживать такую внутреннюю среду, которая будет способствовать вовлеченности персонала в систему менеджмента качества, его индивидуальному росту, обучению, передаче знаний. Для этого, безусловно, требуется обеспечить хорошие условия труда, гарантии занятости, систему нематериальных поощрений и денежных вознаграждений. Кроме того, высшему руководству следует поддерживать любые инициативы, связанные с обучением, так как обучение создает основу для улучшений, а также следует стимулировать возможности взаимодействия и обмена знаниями между сотрудниками [1].

Менеджмент персонала рассматривается как часть общей системы менеджмента организации. В целях выполнения предупреждающих действий для исключения потенциальных несоответствий, анализа любых несоответствий, которые возникли, а также осуществления действий по предупреждению повторения возникновения соответствующих последствий несоответствий организациям необходимо планировать и выполнять действия по рассмотрению рисков, связанных с компетентностью персонала.

В ISO 9000 приведено следующее определение компетентности: «Компетентность – способность применять знания и навыки для достижения намеченных результатов».

Классификация рисков компетентности персонала представлена на рис. 1.

Существуют следующие варианты обработки рисков:

- предупреждающие действия (снижение риска). Уровень риска должен быть снижен посредством выбора средства контроля так, чтобы остаточный риск мог быть повторно оценен как допустимый;
- сохранение риска. Решение сохранить риск, не предпринимая дальнейшего действия, следует принимать в зависимости от оценивания риска;
- предотвращение риска. Следует отказаться от деятельности или условия, вызывающего конкретный риск;
- перенос риска. Риск должен быть передан (перенесен) той стороне, которая может наиболее эффективно осуществлять менеджмент конкретного риска в зависимости от оценивания риска.

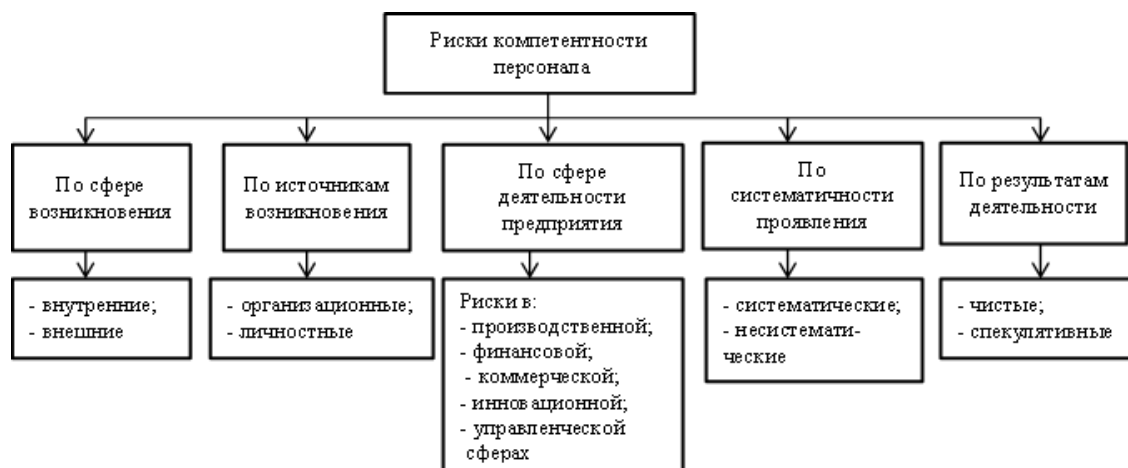


Рис. 1. Классификация рисков компетентности персонала

Процесс «Менеджмент персонала» относится к вспомогательным процессам и, следовательно, в отношении его можно применить процессный подход.

Цель процесса «Менеджмент персонала» заключается в обеспечении предприятия персоналом с необходимой квалификацией в соответствии с полученным образованием, подготовкой, навыками и опытом для выполнения работы, влияющей на качество продукции и функционирование системы менеджмента качества.

Для идентификации и оценки рисков в рамках процесса «Менеджмент персонала», используя процессный и системный подходы, предлагается реализовывать следующий алгоритм определения рисков, который состоит из данных этапов:

1. Построение функциональной модели СМК на основе комплексного процессного подхода.

Функциональная модель в состоянии «как есть» является отправной точкой для анализа потребностей предприятия, СМК, выявления проблем и «узких» мест и разработки проекта совершенствования деловых процессов.

Функциональная модель, построенная на базе процессного подхода, помогает выявить все интересующие нас аспекты, задействованные в рассматриваемом процессе.

Для процесса «Менеджмент персонала» должен реализовываться цикл «P-D-C-A», который реализуется двумя типовыми модулями:

- модуль «системный цикл «P-D-C-A»;
- модуль «классический цикл «P-D-C-A», или «наборы процессов по признаку объекта преобразования».

2. Формулирование целей в области качества на всех уровнях функциональной модели.

Согласно СТБ ISO 9000, цели в области качества – результат, который будет достигаться, связан с качеством. Целеполагание – это иерархический процесс, т. е. цели, сформулированные высшим руководством, декомпозируются по 2 направлениям:

- 1) по структурным подразделениям вплоть до линейных работников;
- 2) по процессам вплоть до простых операций.

Последствие рассматривается как недостижение поставленной цели.

3. Идентификация рисков.

Организация должна идентифицировать источники риска, области воздействия, события и их причины, а также их потенциальные последствия. Цель данного этапа заключается в составлении подробного перечня рисков, основанного на тех событиях, которые могут создавать, повышать, предотвращать, снижать, ускорять или замедлять достижение целей. Важно идентифицировать риски, связанные с отклонением от благоприятного события.

На этом этапе необходимо определить методы, согласно которым будут выявляться риски, например, причинно-следственная диаграмма.

4. Оценка рисков.

Оценка риска – процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска.

Оценка риска обеспечивает понимание возможных опасных событий, их причин и последствий, вероятности их возникновения и принятие решений:

- о необходимости предпринимать соответствующие действия;
- о способах максимальной реализации всех возможностей снижения риска;
- о необходимости обработки риска;
- о выборе между различными видами риска;
- о выборе стратегии обработки риска, позволяющей снизить риск до приемлемого уровня.

На данном этапе предлагается использовать FMEA анализ, так как он может реализовываться для любой функциональной модели и не требует составление функции связи.

Для каждой угрозы определяется риск недостижения цели как:

$$R = P \cdot \Pi \cdot K,$$

где R – риск; P – вероятность возникновения угрозы; Π – влияние угрозы на цель (запланированный результат); K – возможность контроля.

5. Выявление рисков, влияющих на недостижение целей.

6. Нормирование источников рисков.

В роли нормирования рисков выступают предупреждающие действия, т. е. это способ управления рисками, направленный на снижение вероятности возникновения последствия либо полностью его исключение.

В отношении рисков, являющимися источниками угроз, у которых R больше 100, осуществляются предупреждающие действия.

Таким образом, организациям следует осуществлять оценку риска для снижения количества событий и достижения поставленных целей. Оценка риска является процессом, объединяющим идентификацию, анализ риска и сравнительную оценку риска [3].

Литература

1. Семенова, Е. А. Аттестация персонала в рамках системы менеджмента качества / Е. А. Семенова, Н. В. Жидкова, Д. С. Белкин // Вестн. науки Сибири. – 2015. – № 2 (17).
2. СТБ ISO 9001–2009. Система менеджмента качества. Требования.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.

ФАКТОРЫ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО РИСКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М. М. Джамиев

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Предпринимательская деятельность осуществляется гражданами и юридическими лицами на свой риск и под свою имущественную ответственность. Государство не несет ответственности за результаты их хозяйственной деятельности.

В силу различных причин (неблагоприятные природные условия, деятельность конкурентов, неумелые действия самого предпринимателя и др.) предприниматель может не только не получить ожидаемую прибыль, но и потерять то, что он уже имеет. Следовательно, возникает необходимость оценить риск, постараться его предвидеть и снизить до минимума возможные отрицательные последствия.

Под предпринимательским (коммерческим) риском понимается коммерческий риск, связанный с хозяйственной деятельностью организации и с ее конечным финансовым результатом. Иными словами, предпринимательский риск – это угроза того, что предприниматель понесет потери в виде дополнительных расходов или получит доходы ниже тех, на которые он рассчитывал.

Для поддержания устойчивой работы предпринимателю необходимы выявление и анализ факторов, оказывающих влияние на уровень рисков. Поскольку риск имеет и субъективную основу (принятие решения самим предпринимателем), и объективную (влияние внешней среды), успехи и неудачи предпринимательской деятельности следует рассматривать с учетом внешних и внутренних факторов.

Под внешними факторами понимают те условия, которые предприниматель не может изменить, но должен учитывать, поскольку они влияют на состояние его дел.

Внешние факторы, влияющие на уровень предпринимательского риска, подразделяют на:

– факторы прямого воздействия (непосредственно влияют на результаты предпринимательской деятельности – законодательство, налоговая система, взаимоотношения с партнерами, конкуренция предпринимателей, коррупция и рэкет);

– факторы косвенного порядка (не могут оказывать прямого воздействия, но способствуют его изменению – политические условия, экономическая обстановка в стране и в отрасли, международные события).

К внутренним факторам относятся: ассортимент и качество реализуемых товаров; персонал предприятия; используемое оборудование; величина расходов организации; желаемая норма прибыли и т. п.

По степени влияния на величину риска различают основные факторы, под воздействием которых степень риска существенно меняется, и неосновные (вспомогательные), которые незначительно влияют на степень риска. Это деление достаточно условно и зависит от вида риска. Например, при рассмотрении риска случайной гибели имущества основными факторами будут условия хранения товаров, соблюдение правил пожарной безопасности, наличие и качество охранной сигнализации. В то же время эти факторы не будут иметь существенного значения при анализе инфляционного или валютного риска.

Большое значение имеет разделение факторов риска по степени управляемости на:

- управляемые;
- труднорегулируемые;
- неуправляемые.

Управляемыми являются факторы, которые зависят от качества работы организации. К ним относятся: качество управленческой работы на организации; уровень организации труда; эффективность использования ресурсов.

Труднорегулируемыми являются факторы, которые зависят от предыстории организации и в исследуемом периоде с трудом или частично поддаются воздействию. К их числу относятся: помещение, в котором находится предприятие, квалификация и численность персонала; взаимоотношения в коллективе.

Неуправляемыми являются факторы, которые не могут быть изменены, а могут быть только учтены. К ним относятся климатические и политические условия, курсы валют и др.

Принадлежность фактора к той или иной группе зависит от уровня управления, на котором рассматривается риск. Чем выше уровень, тем больше факторов можно рассматривать в качестве управляемых. Фактор, который является неуправляемым для отдельного подразделения организации, может оказаться управляемым на уровне руководителя организации.

Период времени, на который принимается решение, также может выступать в качестве фактора. Например, на протяжении недели или месяца имеющееся оборудование следует рассматривать как неуправляемый фактор, а в течение более длительного периода оно может быть заменено.

Таким образом, существенным фактором, влияющим на риск, являются черты личности предпринимателя. Это обусловлено тем, что, как уже говорилось выше, ситуация риска связана с наличием альтернатив, необходимостью выбрать один конкретный вариант поведения из множества возможных. Выбор варианта во многом зависит от характера предпринимателя, его способности правильно оценить ситуацию, степени риска, от его смелости и способности своевременно принять необходимое решение.

Л и т е р а т у р а

1. Основные факторы, влияющие на предпринимательский риск. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/fin-m/predprinimatelskiy-risk.html>. – Дата доступа: 22.02.2016.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

О. А. Дроздова, Е. И. Манько

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научные руководители: П. С. Серенков, Н. Н. Иванова

Для роста эффективности процессов и качества выпускаемой продукции на предприятии необходимо внедрение инновационных продуктов, материалов и технологий.

Инновационная деятельность обладает рядом особенностей:

- высокой степенью неопределенности результата и, соответственно, риска;
- значительным отставанием момента получения результата от времени осуществления затрат;
- особым значением человеческого фактора. Успех инноваций во многом зависит от личностных данных участников процесса, их научно-технической компетенции, творческой активности, мотивации труда;
- необходимостью концентрации значительных финансовых ресурсов, особенно – для осуществления масштабных инноваций;
- высокими затратами на начальных этапах и стадиях освоения инноваций;
- высокой стоимостью новых видов продукции и услуг, что создает трудности для распространения инноваций;
- наукоемкостью.

Данные особенности необходимо учитывать при принятии решения о внедрении инновационных продуктов и технологий в практическую деятельность предприятия [1].

При создании инновационных технологий, покрытий, материалов и т. д. возникает проблема внедрения их в практическую деятельность, так как у организации – потребителя инновации имеются свои технологии, материалы, которые могут уступать по нескольким показателям, но в тот же момент быть лучше по другим. Возникает проблема выбора лучшего объекта между двумя подобными.

Проанализировав спектр работ и особенности инновационных продуктов и технологий, авторами были выделены следующие этапы для принятия решения о внедрении инновационного продукта (технологии) на предприятие:

- 1) определение с высокой долей вероятности количества влияющих факторов и характеристик объекта, которые определяют выбор;
- 2) шкалирование этих характеристик;
- 3) выбор из двух объектов со схожими характеристиками лучшего.

При принятии решения о внедрении инновационного продукта или технологии без экспертного оценивания не обойтись, так как надо комплексно сравнить два объекта, обладающих множеством свойств, и выбрать лучший из них. Данная задача является слабоструктурированной по той причине, что выбор решения не может быть выполнен на основе точных расчетов.

Поэтому в основу принятия решения необходимо заложить мнение специалиста или коллектива специалистов, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте. Получаемое в результате обработки мнение экспертов принимается как решение проблемы выбора.

В рамках исследования рассмотрена инновационная методика оценивания, которая создавалась не для конкретного предприятия, а для всей отрасли, в частности, по производству мебели.

В СТБ 1871–2008 «Мебель. Покрытия защитно-декоративные. Технические требования и методы контроля» установлено семь уровней стойкости покрытий. Методы изложены таким образом, что испытательная лаборатория для каждого конкретного случая вынуждена проводить испытания в виде последовательных циклов испытаний для всей шкалы уровней стойкости. Например, начиная с седьмого уровня, и по восходящей – до тех пор, пока критерий не укажет на действительный уровень стойкости, вплоть до первого (рис. 1).

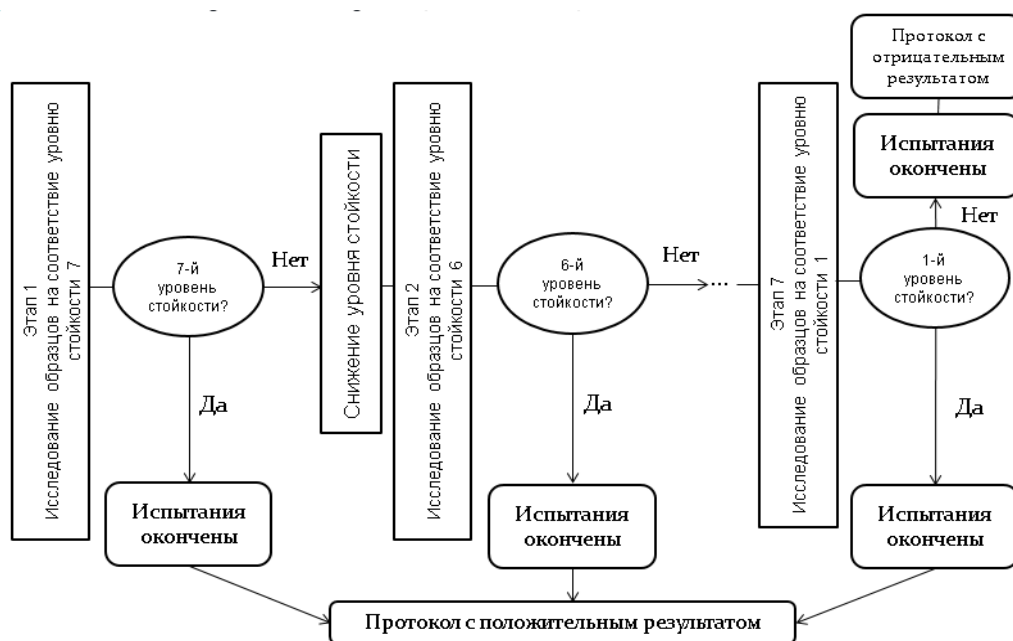


Рис. 1. Алгоритм испытаний

Недостатками данной методики испытаний являются трудоемкость, затраты и неэффективность. Для решения существующей проблемы авторами была предложена методика по организации процесса определения уровни стойкости образцов, включающая 2 стадии:

- 1) формирование экспертной системы, позволяющий априорно определять уровень стойкости образцов с точностью ± 1 уровень;
- 2) проведение испытаний.

План создания экспертной системы включает следующие этапы:

Этап 1. Определение основных влияющих факторов. В результате анализа структуры древесных пород и материалов, используемой основы [2], видов и состава покрытия, методов нанесения защитно-декоративного покрытия, используемых вспомогательных материалов [3] можно сделать вывод, что основными влияющими факторами являются вид основы и вид покрытия.

Этап 2. Создание классификации влияющих факторов. На основании общей классификации факторов формируется массив оцениваемых образцов и создается опросный лист для проведения экспертного оценивания.

Этап 3. Ранжирование объектов. Для того чтобы результат был наиболее точным, необходимо проводить ранжирование в несколько этапов.

Ранжирование на первом этапе включает 23 блока по 4 карточки и один блок с пятью карточками (рис. 2).

В каждом блоке эксперту необходимо проставить ранг каждому объекту: от первого, самого стойкого образца защитно-декоративного покрытия, до четвертого (пятого) объекта с самой низкой стойкостью.

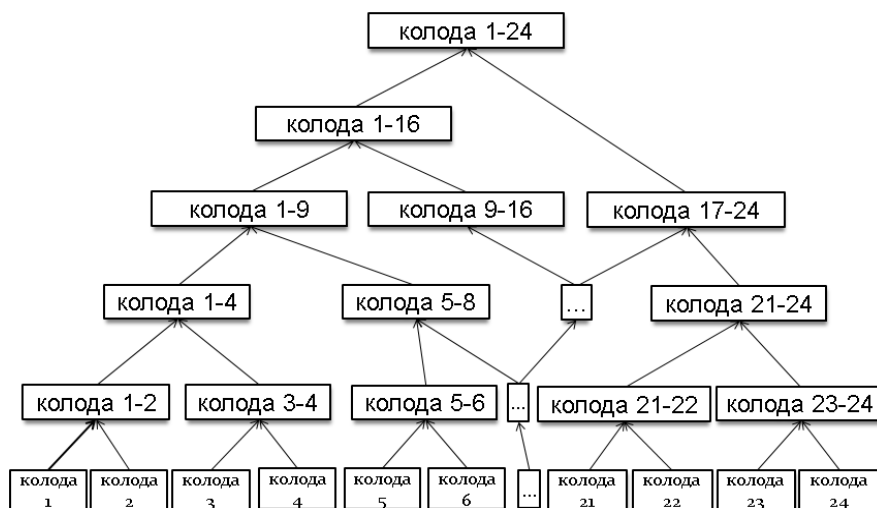


Рис. 2. Ранжирование объектов

Этап 4. Оценивание объектов проводится с использованием метода альтернатив.

Суть данного метода заключается в упорядочении исследуемых объектов в зависимости от их важности путем приписывания баллов каждому из них (1):

$$r^{ji} = U^i - U^j, \quad (1)$$

где r^{ji} – оценка, выставленная экспертом; U^i, U^j – сравниваемые объекты.

Далее необходимо установить, насколько полученные экспертные оценки являются достоверными и точными. Для этого используем критерий устойчивости предпочтений эксперта (критерий K_1): экспертные оценки устойчивы, если альтернативные оценки связаны статистически значимой адекватной возрастающей линейной зависимостью [4].

Заключение

1. Этап анализа и принятия решения о внедрении инновационного продукта является очень важным, так как в результате неверного решения могут быть непоправимые последствия. При принятии решения необходимо учитывать особенности инновационной деятельности.

2. Наиболее подходящим вариантом для определения влияющих факторов на принятие решения является составление методики экспертного оценивания.

3. Предложенная экспертная система оценивания уровня стойкости защитно-декоративных покрытий, наносимых на поверхность мебели, обладает рядом следующих достоинств: сокращение затрат времени на проведение испытаний; повышение эффективности деятельности лаборатории; снижение затрат заявителя (уменьшение количества образцов поставляемых на испытания); повышение конкурентоспособности лаборатории.

Литература

1. Милославский, И. Новизна с последствиями / И. Милославский. – М. : Известие, 2009. – 33 с.

2. Степанов, Б. А. Материаловедение (деревообработка) : учеб. пособие / Б. А. Степанов. – М. : Академия, 2007. – 80 с.
3. Бобров, В. А. Справочник по деревообработке / Ю. А. Бобров. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 320 с.
4. Методы менеджмента качества. Методология управления риском стандартизации / П. С. Серенков [и др.]. – Минск, 2012. – 244 с.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

И. Ю. Курбиева

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

На современном этапе развития отечественные предприятия имеют ряд серьезных проблем, связанных с эффективностью управления производительностью труда, причем данные проблемы носят комплексный характер и главным образом зависят от внутри-организационного микроклимата. На белорусских предприятиях уделяется чрезвычайно мало внимания показателю производительности труда. Как правило, никто не занимается его анализом, контролем, планированием, прогнозированием. Объясняется это либо элементарным непониманием важности, приоритетности проблемы, либо нежеланием понять эту важность и тратить время и средства на ее решение.

Однако опыт индустриально развитых стран мира, их ведущих корпораций говорит о том, что там не жалеют ни времени, ни денег на изыскание и реализацию резервов роста производительности труда, что впоследствии оборачивается снижением производственных и непроизводственных издержек, ростом прибыли, успехами в конкурентной борьбе на мировом рынке. Об этом свидетельствует деятельность многочисленных научно-исследовательских институтов, таких, как Институт инженеров организации производства и труда в США, Институт практических работников по изучению труда в Англии, ассоциация РЕФА в Германии и других структур, которые проводят научно-прикладную работу в области управления производительностью труда [3], [5].

Анализ ситуации, сложившейся в настоящее время в системе корпоративного управления, позволяет утверждать, что современный механизм управления производительностью труда на промышленных предприятиях Республики Беларусь характеризуется наличием «ловушки управления изменениями», поскольку управленческий аппарат все меньше влияет на подчиненную систему, а постоянно усложняющаяся и меняющаяся система начинает выходить из-под управления и функционировать самостоятельно [1]. Основными инструментами организационного воздействия на работников на современном этапе развития белорусских предприятий являются: *во-первых*, внутренние нормативные документы, регламентирующие деятельность работников; *во-вторых*, управленческие решения, связанные с определением необходимых ресурсов, сроков исполнения, ответственных лиц и методов контроля выполнения производственных заданий. Таким образом, административный ресурс на белорусских предприятиях нацелен на соблюдение правил и процедур, выполнение доведенных поручений и заданий, порой в ущерб прибыли, что искажает стимулы, сковывает инициативу и тем самым сдерживает рост производительности труда. В этой связи актуальным является определение эффективных механизмов управления производительностью труда на предприятиях Беларуси. Настоящая работа направлена на решение указанной проблемы.

О том, что работники являются важнейшим активом предприятия, в Беларуси говорят уже на протяжении почти трех десятилетий. Следует признать, что каждое предприятие постоянно и целенаправленно занимается повышением производительности труда. Вместе с тем организации не достигают поставленной цели и проблема управления производительностью труда по-прежнему далека от своего решения. Миссия максимизации производительности труда заключается в привязывании людей и процессов к задачам и целям организации. Проблему также представляет формирование четкого представления о том, что делают сотрудники и каким образом их усилия влияют на бизнес и его операции.

К сожалению, сегодня в практике функционирования отечественных предприятий механизм управления производительностью труда работников является прерогативой только отдела труда и заработной платы, специалисты которого ориентированы исключительно на традиционные способы управления и повышения производительности труда – кадровый учет и отчетность, планирование штатного расписания, консультирование специалистов других структурных подразделений по кадровым вопросам. Эти шаги, конечно, имеют большое значение, но все же не поднимаются до стратегического уровня.

В силу сложности идеи эффективного управления производительностью труда большинством финансовых и операционных руководителей отечественных промышленных предприятий не воспринимаются всерьез. Тем не менее, сегодня система корпоративного управления находится в той точке, где умонастроения меняются. Начался сдвиг в восприятии задачи управления производительностью труда работников как критической для успеха организации. Потребность в эффективных высококвалифицированных работниках заставила предприятия признать управление производительностью труда комплексной проблемой и осознать, что необходимы новые процессы [2].

В целом процесс управления производительностью труда состоит из следующего, достаточно очевидного, набора действий: измерение и оценка – планирование – организация – мотивация – контроль. Организация работы по росту производительности труда предполагает построение четкой организационной структуры управления процессом, разработку плана мероприятий и реализацию его по подразделениям с целью повышения эффективности использования имеющихся ресурсов. На этапе контроля оцениваются полученные результаты, анализируются и определяются направления по повышению эффективности деятельности предприятия на перспективу. С этой целью осуществляется мониторинг показателей производительности труда и сравнение их с показателями уровня и динамики производительности труда у конкурентов. Практика отечественных предприятий свидетельствует о том, что система вознаграждений и поощрений – область, в которой управление производительностью труда наиболее вероятно может внести изменение. Важным элементом мотивирования работника в рамках процесса управления производительностью труда является использование программы премирования на основе выделения ключевых показателей эффективности.

Кроме того, для предприятий, которые находятся на определенном уровне развития, могут быть эффективны инвестиции в цикл совершенствования навыков персонала. Очевидно, что, для того чтобы управлять производительностью труда работников своевременно и эффективно, необходимо разработать процесс постоянного совершенствования навыков работников, а также методологию оценки степени привязки этих навыков к задачам и целям деятельности предприятия. Методика управления производительностью труда в данном ключе в целом следует очевидной схеме. *Во-первых*, прогнозирование. На этом шаге необходимо определить, каков

относительный вклад работников в успех организации. Этот шаг обычно включает поиск и работу с информацией о работниках в контексте их ролей в организации, а также некоторое моделирование процессов внутри организации, которые привели к успеху и их декомпозиции. *Во-вторых*, планирование. Планируются будущие действия и решения, которые смогут способствовать повышению производительности труда. Здесь необходимо найти пути к усовершенствованию будущей работы сотрудника. Этот шаг обычно включает и обеспечение прямого действия по повышению производительности труда. *В-третьих*, привязка. На этом этапе необходимо обеспечить привязку как навыков работника, так и рекомендуемых планов по их повышению к целям и задачам, поставленным руководством и менеджментом предприятия. Именно на этом шаге необходимо найти способ оценивать действия сотрудников и понять, как использовать вознаграждения и поощрения для стимулирования работы. В данном случае эффективным станет использование ключевых индикаторов производительности (KPI), а также автоматизация процедур оповещения и информирования о том, каким именно образом члены рабочего коллектива действуют в соответствии со стратегическими целями предприятия [4].

Важным моментом эффективной системы управления производительностью труда, по нашему мнению, является идея информирования работников об их показателях эффективности и связанных с ними вознаграждениях. Идеология управления производительностью труда предполагает активнейшее участие работников в привязке их наиболее полезных навыков, главных усилий и инициатив к целям деятельности предприятия. Обеспечение работников средствами управления производительности труда и методикой, с помощью которой они смогут понимать, оптимизировать и привязывать свои усилия к стратегическим целям, принесет несомненную пользу. На сегодняшний момент такая самоорганизация менеджмента рассматривается как наиболее стратегический и разумный подход к управлению производительностью труда.

Несмотря на простоту этих действий, здесь скрыта серьезная проблема. Очень часто организации принимают инвестиционные решения, адресуя улучшения одновременно по всем направлениям, тогда как нужно было бы проверить каждый из текущих процессов и шагов и выявить конкретные участки, которые требуют внимания и могут принести наибольшую отдачу. Сегодня, вероятнее всего, нет предприятий, одинаково хорошо развитых во всех этих направлениях.

Таким образом, обычный взгляд на HR-процессы как на способы учета, расчета мотивации и управления наймом персонала больше не способствует использованию потенциала работников белорусских предприятий. Управление производительностью труда выходит за рамки стандартных HR-функций. Это скорее практика менеджмента, ориентированная на оценку человеческого капитала. Однако, чтобы лучше управлять производительностью труда, белорусским предприятиям, возможно, необходимо выйти за рамки общепринятого здравого смысла – и за рамки функциональных ограничений существующих ERP- и HR-систем. По нашему мнению, решение проблемы «ручного» управления производительностью труда состоит в децентрализации системы государственного управления экономикой и переходе на систему управления корпоративным сектором, ориентированным на результат, а не на выполнение доведенных показателей.

Литература

1. Возникшие проблемы в России и Украине снижают экспортные возможности Беларуси // Thinkthanks.by. Сайт белорусских исследований. – Режим доступа: <http://thinktanks.by/publication/2016/02/05/>. – Дата доступа: 24.03.2016.

2. В 2014 году главным приоритетом будет производительность труда // Информац. портал Беларуси «МойВУ». – Режим доступа: <http://www.moyby.com/news/109821/>. – Дата доступа: 25.03.2016.
3. Драгун, Н. П. Сравнительный анализ производительности труда в Республике Беларусь, развитых и развивающихся странах / Н. П. Драгун, И. Ю. Курбиева // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2015. – № 3. – С. 86–94.
4. Кучина, Е. Б. Управление производительностью труда промышленных компаний / Е. Б. Кучина // Изв. Урал. гос. экон. ун-та. – 2015. – № 5. – С. 50–57.
5. Ягофаров, А. А. Рецепт повышения производительности труда в три раза // Упр. производством. – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/productivity/povyshenie-v-tri-raza.html. – Дата доступа: 24.03.2016.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е. А. Леонович

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

На современном этапе экономического развития проблема конкурентоспособности занимает центральное место в экономической политике государства. Создание конкурентных преимуществ перед соперником становится стратегическим направлением деятельности государства и его органов в области обеспечения конкурентоспособности национальной экономики. При этом повышение конкурентоспособности касается всех уровней ее иерархии: продукции (товаров и услуг), предприятия, отрасли, региона и страны в целом, но особую важность приобретает конкурентоспособность предприятия как основного звена экономики.

Конечная цель любого предприятия – достижение определенных результатов в конкурентной борьбе, базирующихся на закономерном итоге систематических и комплексных усилий, зависящих от конкурентоспособности товаров и услуг предприятия, т. е. от того, насколько они лучше по сравнению с аналогами – продукцией и услугами других предприятий. Следовательно, конкуренция является движущей силой развития объектов и субъектов рынка.

Конкурентоспособность – показатель, интересующий как производителя, так и потребителя продукции. В самом общем смысле под конкурентоспособностью понимается способность опережать других, используя свои преимущества в достижении поставленных целей.

Производитель заинтересован в том, чтобы его продукция была продана, для этого она должна быть высокого качества и обладать минимальной ценой, а потребитель заинтересован в приобретении продукции, полностью удовлетворяющей его потребностям с точки зрения качества и цены.

Анализ определений конкурентоспособности, данных разными авторами, позволил выделить ее наиболее важные особенности:

- конкурентоспособность – это привлекательность продукции для потребителя, мера возможности быть проданной;
- задаваемая величина, при создании новой продукции;
- отражает степень удовлетворения требований потребителя, причем характер предъявляемых требований зависит от вида продукции;

– относительная величина, получаемая при сопоставлении с аналогичной продукцией основных конкурентов по техническим, экономическим, эксплуатационным характеристикам в определенный промежуток времени;

– прогнозируемая, математическая величина.

Основой конкурентоспособности предприятия является конкурентоспособность его продукции. Под конкурентоспособностью товара понимается сочетание его потребительских свойств, обеспечивающее успех на рынке по сравнению с аналогичными товарами других компаний. То есть конкурентоспособность товара – это некая относительная интегральная характеристика, отражающая его отличия от товара-конкурента и, соответственно, определяющая его привлекательность в глазах потребителя.

Конкурентоспособность продукции является необходимым, но недостаточным условием конкурентоспособности предприятия. Это обстоятельство следует, в частности, из различий данных категорий:

– во-первых, конкурентоспособность продукции определяется за короткий, с экономической точки зрения, период времени, а оценивание конкурентоспособности предприятия осуществляется за продолжительный период;

– во-вторых, уровень конкурентоспособности продукции определяется для каждого его вида, а оценка конкурентоспособности предприятия охватывает всю номенклатуру продукции (и не только номенклатуру);

– в-третьих, конкурентоспособность предприятия интересует только его хозяина, который определяет целесообразность производственной деятельности, исходя из конкретных условий. Потребителя же при оценивании конкурентоспособности продукции затраты и эффективность производства не интересуют [10].

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что конкурентоспособность предприятия машиностроительной отрасли:

– для потребителей – способность удовлетворять потребности (решать проблемы) потребителей на основе производства товаров и услуг, превосходящих конкурентов по требуемому набору параметров;

– для конкурентов – способность производить товары и услуги, отвечающие требованиям мировых и внутренних рынков, и создавать условия роста потенциала конкурентоспособности;

– для инвесторов – способность использовать ресурсы предприятия для динамичного развития и расширения рынков сбыта, увеличения рыночной стоимости предприятия;

– для субъектов рынков-партнеров (отрасль, регион, кластер, государство) – способность производить конкурентоспособную продукцию и создавать условия роста потенциала конкурентоспособности на основе инновационных факторов роста.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

С. Л. Малиновская

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель С. С. Соколовский

В современном мире предприятию, чтобы сохранить и повысить конкурентоспособность, требуется держать под контролем все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество продукции. Это возможно только при условии создания на предприятии определенной документированной системы,

соответствующей не только стандарту СТБ ISO 9001 [1], но и модернизированной в соответствии со спецификой конкретной отрасли стандартом, содержащим повышенные требования к системам менеджмента качества. Эффективно и результативно функционирующая система позволяет учитывать требования, пожелания и запросы потребителей и других заинтересованных сторон, обеспечить разработку и реализацию политики и стратегических целей в области качества продукции и услуг.

Автомобильная промышленность – это одно из наиболее быстро развивающихся в XXI в. направлений. Прежде всего, это обусловлено массовостью потребления и, как следствие, огромным предложением и выбором на рынке.

Автомобильная промышленность включает не только самих производителей транспортных средств, но и большое количество поставщиков материалов и комплектующих.

Необходимость активного развития в направлении совершенствования систем менеджмента качества на основе положений СТБ ISO/TS 16949 для отечественных организаций машиностроительного комплекса закреплена протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2015 года № 9, а также Программой повышения качества продукции, производимой организациями системы Министерства промышленности, на 2016–2020 годы.

СТБ ISO/TS 16949 [2] содержит особые требования по применению СТБ ISO 9001, касающиеся производства автомобилей и комплектующих к ним и использует требования стандарта СТБ ISO 9001 в качестве основополагающих. СТБ ISO/TS 16949 составлен таким образом, что полностью включает требования стандарта СТБ ISO 9001 и просто включает в себя дополнительные (особые) требования и замечания по всему документу. В связи с этим для уменьшения затрат и времени организация может внедрять систему управления качеством, которая будет соответствовать определенным требованиям СТБ ISO/TS 16949 и распространяться на меньшую часть Вашей организации (например, на одну производственную линию или цех), которая относится к автомобильной промышленности. Требования, представленные в стандарте, являются обязательными.

Первые дополнения к СТБ ISO 9001 содержатся в разделе «3 Термины и определения», где представлены 12 терминов, относящихся и используемых в автомобильной промышленности (например, такие, как план управления, предупреждение ошибок, особые характеристики и т. д.).

Принципиальные отличия СТБ ISO/TS 16949 от СТБ ISO 9001 – в следующих пунктах:

5.5.1 «Ответственность и полномочия» – персонал, ответственный за качество продукции, должен иметь полномочия остановить производство, чтобы устранить проблемы в области качества (можно отнести к вовлеченности персонала);

6.2.2 «Компетентность, подготовка и осведомленность» – персонал, работа которого может влиять на качество, должен быть проинформирован о последствиях для потребителя при несоответствии требований по качеству;

– 6.3 «Инфраструктура» – требование рациональности расположения производства и оптимизации перемещения материалов и синхронизации материальных потоков;

– 6.4 «Производственная среда» – требования расширены и включают обеспечение безопасности персонала, требования к чистоте помещений;

– 7.1 «Планирование создания продукции» – должны быть определены и одобрены потребителем критерии приемки, обеспечена конфиденциальность;

– 7.3 «Проектирование и разработка» – здесь основные требования определяют необходимость использования специальных методов для уменьшения или исключения риска отказа в эксплуатации и др.;

– 7.4.3 «Верификация закупленной продукции» – содержит требования статистической обработки и оценки результатов входного контроля, а также обязательный мониторинг поставщика, который предусматривает документирование процесса аудита поставщика;

– 7.5.1 «План управления» – содержание этого документа фактически дублирует процессы проектирования продукции, управления конструкторской и технологической документацией, документ крайне важен для потребителя с точки зрения выполнения функций контроля;

– 7.5.1.2 «Рабочие инструкции» – необходимость четкого описания технологических операций и требований к выполнению работы. Эта процедура требует большого количества времени, которое нужно затратить на разработку, согласование и утверждение этих документов при отсутствии конкретных требований к их содержанию;

– 7.5.5 «Сохранение соответствия продукции» – этот пункт требует разработки документированной процедуры, обеспечивающей сохранность продукции на складах, регламентирования сроков хранения и обеспечения их соблюдения;

– 7.6.3 «Требования к лабораториям» – фактически речь идет о необходимости аккредитации лаборатории для подтверждения ее компетентности в определенной области испытаний;

– 8.2.2 «Аудит системы менеджмента качества» и «Аудит процесса изготовления» – наряду с аудитом процессов системы менеджмента качества этот пункт требует организации и проведения аудита процессов производства (в основном, технологического процесса) и аудита продукции. Это специальные виды технического аудита, требующие для своего проведения разработки специальных методик и обучения специалистов;

– 8.2.3.1 «Мониторинг и измерение процессов производства» – ставит задачу исследования процессов с целью оценки их возможности обеспечивать стабильность качества изготовления продукции;

– 8.2.4.2 «Эталоны внешнего вида» – для выполнения установленных требований необходимо разработать документированную процедуру по управлению образцами – эталонами внешнего вида;

– 8.3.4 «Разрешение потребителя на отклонение» – содержит требования одобрения процесса производства и обязательного согласования с потребителем любых отклонений;

– 8.5.1.2 «Улучшение процессов производства» – этот пункт фактически определяет необходимость использования концепции 6 σ для «снижения вариации в характеристиках продукции и параметрах процесса производства» [11].

Помимо непосредственно изложенных в стандарте требований, Приложение А СТБ ISO/TS 16949 содержит план управления, который служит для помощи организациям при сертификации.

Следует отметить, что стандарт СТБ ISO/TS 16949 включает в себя только дополнительные требования, которые были согласованы всеми участвующими в разработке автомобильными компаниями.

Также каждая организация обязана выполнять дополнительные письменные требования заказчика, помимо тех, которые включены в стандарт СТБ ISO/TS 16949.

Перспективное планирование качества продукции (APQP) является методикой планирования, разработки, подготовки производства и производства автомобильного компонента с акцентом на предупреждение ошибок, постоянное улучшение и совершенствование продукции, которая должна соответствовать требованиям потребителя и превосходить их.

Процесс одобрения производства компонента (PPAP) устанавливает общие требования к одобрению производства автомобильных компонентов, включая как производство, так и нештучные материалы.

Анализ видов и последствий потенциальных отказов (FMEA) – это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них.

Анализ измерительных систем (MSA) призван дать заключение относительно приемлемости используемой измерительной системы через количественное выражение ее точности, сходимости и стабильности.

Статистическое управление процессами (SPC) – это метод мониторинга производственного процесса с целью управления качеством продукции «непосредственно в процессе производства» вместо проведения контрольных проверок для обнаружения уже случившихся проблем.

Статистическое управление предполагает применение статистических методов для анализа процесса и/или его результатов, поддержания статистически управляемого состояния и улучшения способностей. Использование статистических методов предполагает высокую степень надежности принимаемых решений и обеспечивает возможность предотвратить ошибку или возникновение дефекта. Одной из наиболее распространенных методик статистического контроля процесса является применение контрольных карт.

Контрольные карты – это графическое отражение динамики процесса, характера изменений показателей или любых других характеристик во времени. Контрольные карты позволяют оценить наличие особых причин изменчивости, а также вариацию процесса.

Основная задача контрольных карт Шухарта – выявление особых причин изменчивости в ходе технологического процесса за анализируемый период.

Применение контрольных карт используется в планировании, конструировании, определении изменений процесса, а также измерении эффекта определенного внешнего вмешательства или действия.

Контрольная карта – это график с ограничительными линиями, показывающими приемлемый предел качественного производства. Он очень помогает для обнаружения ненормальных ситуаций в стандартных производственных процессах.

Л и т е р а т у р а

1. СТБ ISO 9001. Системы менеджмента качества. Требования.
2. СТБ ISO/TS 16949. Системы менеджмента качества. Особые требования по применению СТБ ISO 9001–2009 для организаций, производящих составные и запасные части, используемые в автомобилестроении.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИК МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ISO 9001:2015

З. А. Маслакова, Г. И. Дремач, А. О. Мойсеенко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Н. Н. Иванова

В связи с разработкой новой версии стандарта ISO 9001:2015 организациям установлен переходный период в срок до третьего квартала 2018 г., в течение которого им рекомендуется предпринять следующие действия:

– идентифицировать пробелы в организации, которые необходимо рассмотреть, чтобы выполнить новые требования;

- разработать план внедрения;
- обеспечить соответствующую подготовку и повышение осведомленности для всех сторон, которые оказывают воздействие на результативность организации;
- обновить существующую СМК, чтобы выполнялись пересмотренные требования и провести верификацию результативности;
- если применимо, связаться с органами по сертификации для согласования мероприятий по переходу.

Авторами был проведен анализ основных изменений новой версии ISO 9001:2015 по сравнению с ISO 9001:2008, в том числе структуры стандарта (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение структур стандартов ISO 9001:2015 и ISO 9001:2008

ISO 9001:2015	ISO 9001:2008
4. Контекст организации	4. Система менеджмента качества
4.1. Понимание организации и ее контекста	4. Система менеджмента качества
4.2. Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон	4. Система менеджмента качества
4.3. Определение области применения системы менеджмента качества	1.2. Применение 4.2.2. Руководство по качеству
4.4. Система менеджмента качества и ее процессы	4. Система менеджмента качества 4.1. Общие требования
5. Лидерство	5. Ответственность руководства
5.1. Лидерство и приверженность	5.1. Обязательства руководства
5.2. Политика	5.3. Политика в области качества
5.3. Роли, обязанности и полномочия в организации	5.5.1. Ответственность и полномочия 5.5.2. Представитель руководства
6. Планирование	5.4.2. Планирование системы менеджмента качества
6.1. Действия по рассмотрению рисков и возможностей	5.4.2. Планирование системы менеджмента качества 8.5.3. Предупреждающие действия
6.2. Цели в области качества и планирование их достижения	5.4.1. Цели в области качества
6.3. Планирование изменений	5.4.2. Планирование системы менеджмента качества
7. Поддержка	6. Менеджмент ресурсов
7.1. Ресурсы	6. Менеджмент ресурсов
7.2. Компетентность	6.2.1. Общее 6.2.2. Компетентность, подготовка и осведомленность
7.3. Осведомленность	6.2.2. Компетентность, подготовка и осведомленность
7.4. Коммуникации	5.5.3. Внутренний обмен информацией

Окончание табл. 1

ISO 9001:2015	ISO 9001:2008
7.5. Документированная информация	4.2. Требования к документации
8. Операционная деятельность	7. Создание продукции
8.1. Операционное планирование и управление	7.1. Планирование создания продукции
8.2. Требования к продукции и услугам	7.2. Процессы, связанные с потребителем
8.3. Проектирование и разработка продукции и услуг	7.3. Проектирование и разработка
8.4. Управление предоставляемыми извне процессами, продукцией и услугами	7.4.1. Процесс закупок
8.5. Предоставление продукции и услуг	7.5. Производство и предоставление услуг
8.6. Выпуск продукции и услуг	8.2.4. Мониторинг и измерение продукции 7.4.3. Верификация закупленной продукции
8.7. Управление несоответствующими выходами	8.3. Управление несоответствующей продукцией
9. Оценивание пригодности	8. Измерение, анализ и улучшение
9.1. Мониторинг, измерения, анализ и оценивание	8. Измерение, анализ и улучшение
9.1.1. Общие положения	8.1. Общие положения
9.1.2. Удовлетворенность потребителей	8.2.1. Удовлетворенность потребителя
9.1.3. Анализ и оценивание	8.4. Анализ данных
9.2. Внутренний аудит	8.2.2. Внутренний аудит
9.3. Анализ со стороны руководства	5.6. Анализ со стороны руководства
10. Улучшение	8.5. Улучшение
10.1. Общие положения	8.5.1. Постоянное улучшение
10.2. Несоответствия и корректирующие действия	8.3. Управление несоответствующей продукцией 8.5.2. Корректирующие действия
10.3. Постоянное улучшение	8.5.1. Постоянное улучшение

На примере строительной организации документы системы менеджмента качества были пересмотрены с учетом нововведений. Предложено применение различных техник и инструментов менеджмента качества для реализации выполнения требований разделов стандарта.

Новая версия стандарта не требует разработки обязательных документированных процедур и руководства по качеству, однако для упрощения понимания и описания системы менеджмента качества было принято решение описывать систему менеджмента качества в руководстве по качеству, что не противоречит требованиям ISO 9001:2015.

При разработке руководства по качеству в соответствии с новой версией стандарта ISO 9001:2015 можно предложить некоторые техники и инструменты. Так, для выполнения требований раздела 4 «Контекст организации» можно использовать в

качестве инструмента SWOT-анализ, т. е. проанализировать сильные и слабые стороны внутри организации, шансы и угрозы вне организации, а также инструмент анализа стейкхолдеров (заинтересованных сторон). Состояние современной организации зависит от того, насколько успешно она способна реагировать на различные воздействия извне. Одним из самых распространенных методов, оценивающих в комплексе внутренние и внешние факторы, влияющие на развитие компании, можно назвать SWOT-анализ.

Цель метода – повышение качества и обеспечение устойчивого, эффективного производства конкурентоспособной продукции и процессов за счет предотвращения появления дефектов (отказов) или уменьшения негативных последствий от них. В табл. 2 представлен фрагмент SWOT-анализа для строительной организации.

Таблица 2

SWOT-анализ строительной организации

Сильные стороны <i>S</i>		Слабые стороны <i>W</i>	
1	Наличие сертификата соответствия строительно-монтажных работ	1	Узкий спектр выполняемых работ
2	Наличие аттестата соответствия строительно-монтажных работ	2	Старый автопарк
3	Наличие системы производственного контроля	3	Использование большого числа временного персонала
4	Наличие в штате высококвалифицированных аттестованных производителей работ	4	Неэффективная эксплуатация некоторых рабочих участков
Возможности <i>O</i>		Угрозы <i>T</i>	
1	Предложение производства работ в областных городах	1	Низкая покупательская способность населения
2	Увеличение потребности в строительстве зданий за чертой МКАД	2	Падение цен на недвижимость
3	Получение лицензии на дополнительные виды (нанесение огнезащитных покрытий)	3	Конкуренция со стороны больших строительных организаций

Для обработки рисков и выявления возможностей (раздел 6) целесообразно применять инструмент FMEA-анализа (анализ вероятности и последствий отказов), BSC (карты сбалансированных показателей), проектный менеджмент (чартер/устав проекта). Основное применение FMEA-анализа связано с улучшением конструкции изделия (характеристик услуги) и процессов по его изготовлению и эксплуатации (предоставлению услуги). Анализ может применяться как по отношению к вновь создаваемым изделиям (услугам) и процессам, так и по отношению к уже существующим. FMEA-анализ выполняется, когда разрабатывается новое изделие, процесс, услуга, или проводится их модернизация; когда находится новое применение для

существующего изделия, процесса или услуги; когда разрабатывается план контроля нового или измененного процесса. Также FMEA может проводиться с целью планового улучшения существующих процессов, изделия или услуги, или исследования возникающих несоответствий.

В разделе 8 «Операции» применение находят техники проектного управления (projectmanagement); применение CRM-систем (программный продукт, поддерживающий базы данных об истории работы с клиентами) и ERP-систем.

Таким образом, следуя предложенным рекомендациям, организация может доказать органу по сертификации и заинтересованным сторонам выполнение требований ISO 9001:2015.

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛАЕНС-СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. В. Матряшина

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

Научный руководитель Н. П. Коренная

С целью поддержания высокой деловой репутации и прозрачности деятельности организаций в настоящее время в Беларуси все большее значение для эффективного корпоративного управления приобретает применения такого элемента, как комплаенс.

Комплаенс (англ. *compliance* – соответствие) как часть системы корпоративного управления в организации представляет собой комплекс принципов, мероприятий и процедур, разработанных организацией для целей обеспечения соответствия требованиям законодательства, стандартам, общепринятым мировым практикам корпоративного управления, морально-этическим нормам, направленный на совершенствование корпоративной культуры, установление стандартов ответственного делового поведения членов органов управления организации, ее работников, а также всех третьих лиц, действующих в интересах организации.

Понятие «комплаенс», а также его синонимы: «комплаенс-система», «комплаенс-функция», «комплаенс-контроль», «комплаенс-программа» появились в Республике Беларусь сравнительно недавно, поэтому находится в стадии становления, чем и объясняется актуальность изучения данной проблемы. Применение комплаенс-системы рекомендовано белорусским организациям крупными западными компаниями и представлено в виде требований соответствия в кодексах корпоративного поведения, политике о принятии и дарении подарков, политике о противодействии легализации (отмывании) доходов, полученных преступным путем, политике о взяточничестве и коммерческом подкупе, политике о конфликте интересов, включения в хозяйственные договоры антикоррупционных оговорок и т. д., разработанных отдельными организациями самостоятельно. Однако данные рекомендации выполняются в основном организациями, которые взаимодействуют с иностранными контрагентами, для которых они обязательны, а остальные – их чаще игнорируют. В связи с этим можно сделать вывод, что любые положения, которые носят рекомендательный характер, как показывает практика, не всегда работают. Наиболее эффективным механизмом решения данной проблемы корпоративного управления (в части комплаенс-контроля) является принятие соответствующих законов, четко регламентирующих права и обязанности всех групп интересов организации и на деле обеспечивающих их реализацию.

Чаще всего комплаенс-системы тесно связаны с законодательством о противодействии коррупции. Коррупция считается важной общественно-политической проблемой, снижающей рост национального дохода, темпы экономического роста. Применительно к отдельной организации коррупционные действия причиняют существенный вред ее авторитету, препятствуют ее нормальному функционированию независимо от форм собственности, подрывают доверие партнеров. С точки зрения законодательства коррупция проявляется в виде правонарушений коррупционной направленности, за которые установлена дисциплинарная, административная или уголовная ответственность. Однако комплаенс-система по своему содержанию шире антикоррупционных мер, предусмотренных законодательными актами по борьбе с коррупцией. Комплаенс подразумевает не только противодействие коррупции, а также создает условия и основы для ведения честного и прозрачного бизнеса.

Проанализировав действующее международное и национальное законодательство по вопросу регулирования применения комплаенс-системы в Республике Беларусь, сделаны следующие выводы:

1. Одни международные требования по данному вопросу устанавливаются международными правовыми актами, в частности, ст. 12 Конвенции Организации Объединенных Наций против коррупции (заключена в г. Нью-Йорке 31.10.2003 г.; вступила в силу для Республики Беларусь 14.12.2005 г.) провозглашает необходимость принятия государством мер, направленных на содействие разработки стандартов и процедур, предназначенных для обеспечения добросовестности в работе соответствующих частных организаций, включая кодексы поведения для правильного, добросовестного и надлежащего осуществления деятельности предпринимателями и представителями всех соответствующих профессий и предупреждения возникновения коллизии интересов, а также для поощрения использования добросовестной коммерческой практики в отношениях между коммерческими предприятиями и в договорных отношениях между ними и государством и т. д. Конвенция Совета Европы об уголовной ответственности за коррупцию (заключена в г. Страсбурге 27.01.1999 г, вступила в силу для Республики Беларусь 01.03.2008 г.) предлагает государствам принять законодательные или иные меры, которые могут потребоваться для того, чтобы признать в качестве уголовных правонарушений активный подкуп в частном секторе (ст. 7), пассивный подкуп в частном секторе (ст. 8), отмыwanie доходов от преступлений, связанных с коррупцией (ст. 13) и т. д. Ст. 20 Модельного закона «Основы законодательства об антикоррупционной политике», утвержденного Постановлением Межпарламентской ассамблеи государств-участников Содружества независимых государств от 15.11.2003 г. № 22-15, предлагает государству установить антикоррупционные стандарты в сфере службы в коммерческих и иных организациях в виде поощрений служащих за безупречное исполнение своих полномочий, честность и неподкупность и ограничений касательно отношения к информации и имуществу коммерческой организации.

2. Другие международные требования основаны на законодательстве некоторых иностранных государств, в частности, государств англо-саксонской системы права (США, Великобритания), в которых действуют антикоррупционные законы, распространяющиеся не только на граждан и организации своей юрисдикции, но и на их зарубежных партнеров. В англо-саксонской системе права, где антикоррупционная комплаенс-система введена в норму закона, конечной целью организации, прибегающей к ее использованию, является не только защита от «коррупционного поведения» партнеров по бизнесу, а также избежание возможных рисков наложения административных взысканий и исков о возмещении убытков (*damage claim*). Так,

например, ст. 7 Закона Великобритании о взяточничестве (Bribery Act) (принят 08.04.2010 г.) предусматривается взимание неограниченного в размере штрафа с какого бы то ни было субъекта в случае, при котором лицо, ассоциированное с ним, предлагает или дает ему взятку, а означенный субъект не принимает должных мер к имплементации адекватных процедур для предупреждения подобного рода коррупционного поведения. Закон Соединенных Штатов Америки о предотвращении коррупции за рубежом (Foreign Corrupt Practices Act) (первый в мире закон о запрете подкупа иностранных должностных лиц, действует с 1977 г.) рекомендует использование комплаенс-стандартов применительно к случаям анализа деятельности деловых партнеров, влечет за собой необходимость соответствия кодексам этических норм для поставщиков и других контрагентов и ответственность за его неисполнение.

3. В Республике Беларусь вопросы антикоррупционной политики и вопросы применения комплаенс-функции в системе корпоративного управления регулируются разными нормативными правовыми актами.

Так, основным законом, регулирующим вопросы противодействия коррупции на территории Беларуси, является Закон Республики Беларусь от 15.07.2015 г. № 305-3 «О борьбе с коррупцией». Однако статьи данного закона в основном регулируют антикоррупционную деятельность должностных лиц государственных органов, а также государственных организаций и организаций, в уставных фондах которых 50 и более % долей (акций) находится в собственности государства. В отношении частного сектора применяются только некоторые нормы, в частности, ст. 43, регламентирующей в самой общей форме обязанности и ответственность руководителей не только государственных органов, но и иных организаций за непринятие мер по борьбе с коррупцией, к которым, исходя из анализа ст. 43 и 46 данного закона, можно отнести необходимость для государственных организаций и возможность – для частных по созданию комиссий по противодействию коррупции, сотрудничество с компетентными органами по вопросам борьбы с коррупцией, участие в антикоррупционном законодательстве, а также иные формы участия, которые могут быть определены другим законодательством. Комиссии по противодействию коррупции, согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 26.12.2011 г. № 1732 «Об утверждении типового положения по противодействию коррупции», среди прочих функций должны своевременно определять коррупционные риски и меры по их нейтрализации; разрабатывать и организовывать проведение мероприятий по противодействию коррупции, анализировать эффективность принимаемых мер; рассматривать вопросы соблюдения корпоративной этики, что входит в понятие комплаенс-функции. Стоит отметить, что данное обязательство применимо только к государственным организациям, а частные компании могут воспользоваться им по желанию.

Для государственных организаций, а точнее, для открытых акционерных обществ с долей государства в уставном фонде существуют также рекомендации по утверждению корпоративных кодексов и других локальных нормативных документов системы корпоративного управления с комплаенс-функцией, примерные формы которых предусмотрены в Постановлении Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 9.07.2015 г. № 29. Единственные обязательные к исполнению требования по организации корпоративного управления с комплаенс-функцией в Республике Беларусь предусмотрены лишь Банковским кодексом Республики Беларусь от 25.10.2000 г. № 441-3 (ст. 109-1) и Постановлением Правления Национального банка Республики Беларусь от 30.10.2012 г. № 557 «Об утверждении инструкции об организации корпоративного управления банком, небанковской кредитно-финансовой организацией», действующие, соответственно, для банков и небанковских кредитно-финансовых организаций.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что международные требования по применению антикоррупционной комплаенс-функции в системе корпоративного управления частной организации и нормы белорусского законодательства совпадают лишь частично и в основном в форме рекомендаций, что не способствует их реализации, поскольку нет привязки между ответственным (антикоррупционным) деловым поведением и правовыми мерами поощрения и взысканий.

Таким образом, включение в белорусское законодательство международных требований в качестве обязательных повлечет за собой необходимость следования данным стандартам во избежание ответственности и получит практическое распространение по всей территории государства.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

К. М. Кулыев

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

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

В современных условиях рост объемов кредитования приводит к необходимости уделять особое внимание методике оценки кредитоспособности кредитополучателя. Кредитные операции банка, являясь главными в объеме его услуг, с одной стороны, влияют на уровень получаемой прибыли, а с другой – на степень риска, который принимает на себя банк в результате осуществления кредитной сделки.

Неправильная оценка кредитоспособности может привести к несвоевременному возврату кредита, что, в свою очередь, способно нарушить ликвидность банка и в конечном счете привести к банкротству кредитной организации.

Таким образом, банкам необходимо более тщательно оценивать потенциальные риски, возникающие при заключении кредитных договоров с теми или иными юридическими лицами.

Кредитоспособность – способность юридического лица, в том числе банка, или физического лица, в том числе индивидуального предпринимателя в полном объеме и в срок исполнить свои обязательства по кредитному договору надлежащим образом в соответствии с условиями такого договора и требованиями законодательства [1].

В зарубежной практике проводились исследования по определению воздействия факторов, вызывающих потери банков при кредитовании клиентов и воздействующих на величину кредитного риска. Данные исследования показали, что наиболее влиятельным из них является финансовое положение кредитополучателя (занимает 31 % от общего влияния всех факторов) [5]. Стоит отметить, что кредитный риск также зависит от множества других причин, таких, как политическая нестабильность в стране, принятие новых законопроектов, изменение политики Национального банка Республики Беларусь, т. е. от причин, на которые банк не может повлиять и отследить этот риск на длительном отрезке времени. Однако для минимизации внутренних рисков при кредитовании физических лиц банкам необходимо совершенствовать существующие методы оценки и анализа кредитоспособности кредитополучателей.

Зарубежные банки для оценки кредитного риска применяют специальные методики кредитного рейтинга. В большинстве своем эти методики представляют собой совокупность оценочных параметров кредитоспособности и имеют комплексный ха-

рактик. Во многом они схожи, так как охватывают примерно одинаковый круг показателей и сведений и позволяют сопоставить множество факторов кредитного риска.

Сравнительный анализ моделей оценки кредитоспособности в некоторых зарубежных странах представлен в таблице.

Модели оценки кредитоспособности в зарубежной практике

Подход	Страна	Принцип оценки	Достоинства
Правило шести С	США	Character – репутация. Capacity – финансовые возможности	Анализ качественных и количественных показателей, учет внешних факторов
		Capital – собственный капитал, имущество. Collateral – обеспечение. Conditions – общие экономические условия. Control – контроль изменений	
СAMPARI	США, европейские страны	Character – репутация, характеристика (личные качества) заемщика. Ability – способность вернуть кредит (оценка бизнеса заемщика). Marge – маржа, доходность	Комплексная оценка клиента с учетом цели кредитования и страхования риска
		Purpose – цель кредита. Amount – размер кредита	
		Repayment – условия погашения кредита. Insurance – обеспечение, страхование риска непогашения кредита	
PARTS	Англия	Purpose – назначение, цель получения кредита	Анализ качественных показателей, движения денежных средств
		Amount – сумма, размер кредита	
		Repayment – оплата, возврат (долга и процентов)	
		Term – срок предоставления кредита	
		Security – обеспечение погашения кредита	
Оценочная система анализа	Франция	Оценка предприятия, анализ его баланса, а также другой финансовой отчетности. Оценка кредитоспособности клиентов на основе методик, принятых отдельными коммерческими банками. Использование для оценки кредитоспособности данных картотеки банка Франции	Комплексная оценка, использование картотеки банка Франции, анализ баланса

Для Республики Беларусь характерны такие методы оценки кредитоспособности, как логический метод (метод экспертной оценки) и скоринговый метод (балльная система).

При экспертных оценках кредитоспособности клиента банки полагаются на общеэкономический подход, т. е. банки анализируют информацию с точки зрения банковских требований. Такой анализ предполагает взвешенную оценку как личных качеств, так и финансового состояния заемщика. Основное внимание направлено на определение платежеспособности и изучение кредитной истории кредитополучателя [2, с. 179].

Данный метод также имеет и свои недостатки: длительность принятия решений о выдаче кредита; значительный документооборот; наличие субъективизма при принятии решений. В связи с этим банки все чаще проявляют повышенный интерес к таким системам оценки риска, которые позволили бы минимизировать участие экспертов и влияние человеческого фактора на принятие решений.

На наш взгляд, наиболее полное отражение действительного состояния кредитоспособности клиента заключается в оптимальном сочетании количественных и качественных показателей.

Совершенствование существующих методик оценки кредитоспособности юридических лиц заключается, на наш взгляд, в подборе таких коэффициентов и показателей, которые более точно и объективно позволяют оценить состояние организации, что и позволит банку принять правильное решение при кредитовании.

С августа 2015 г. Кредитный регистр Национального банка Республики Беларусь предоставляет новый вид услуг – кредитный скоринг, в котором скоринговая модель построена на данных всех белорусских банков, т. е. включает в себя характеристики, недоступные им по отдельности.

Кредитный скоринг представляет собой балл (от 0 до 400), который присваивается кредитополучателю для оценки его способности погасить долг. Этот балл рассчитывается на основании имеющейся кредитной информации о прошлых периодах с использованием статистической модели [4].

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод, что состав факторов в модели не универсален для всех банков, так как каждая модель имеет свои недостатки и преимущества. Поэтому выбор определенной методики зависит от каждого банка индивидуально. Однако для наиболее эффективной оценки кредитоспособности кредитополучателя и снижения кредитных рисков оптимальным вариантом является использование рассмотренных методик в совокупности, что позволит более детально изучить кредитоспособность клиента.

Л и т е р а т у р а

1. Инструкция о порядке предоставления (размещения) банками денежных средств в форме кредита и их возврата: утв. Правлением Нац. банка Респ. Беларусь от 30 дек. 2003 г. № 226 : в ред. Постановления Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 18 апр. 2013 г. № 230. – Режим доступа: http://www.nbrb.by/Legislation/documents/I_226_536.pdf. – Дата доступа: 18.02.2016.
2. Кабушкин, С. Н. Управление банковским кредитным риском : учеб. пособие / С. Н. Кабушкин. – 4-е изд., стер. – Минск : Новое знание, 2007.
3. Попов, И. В. Совершенствование методов оценки кредитоспособности и управления кредитным риском юридических лиц : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.10 / И. В. Попов. – М., 2010. – 161 с.
4. Нацбанк создал скоринговую модель для оценки надежности кредитополучателей в Республике Беларусь. – Режим доступа: <http://select.by/content/view/10332/891>. – Дата доступа: 18.02.2016.
5. Грищенко, Е. С. Развитие методик оценки кредитоспособности кредитополучателей в Республике Беларусь / Е. С. Грищенко. – Режим доступа: <http://www.polesu.by/sites/default/files/files/04-fakulteti/24-sbornik-1.pdf>. – Дата доступа: 18.02.2016.

6. Кемаева, С. А. Анализ методик оценки кредитоспособности малого бизнеса в российской и зарубежной практике / С. А. Кемаева. – Режим доступа: <http://1fin.ru/?id=764>. – Дата доступа: 19.02.2016.

АУТСТАФФИНГ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ю. В. Лосева

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

Научный руководитель Н. П. Драгун

В условиях все усиливающейся конкуренции развитие бизнеса зависит от эффективного управления активами, в том числе путем максимальной концентрации ресурсов на профильной деятельности организации. Однако, как правило, любая организация «отягощена» непрофильными, но не менее важными для ее функционирования службами: IT, бухгалтерия, юридический отдел и т. д.

Для руководства предприятия главной задачей является обеспечение эффективной деятельности предприятия с целью получения прибыли при минимальном уровне затрат. Большая часть затрат приходится на оплату работы персонала, потому экономии ресурсов недостаточно для минимизации расходов предприятия. Для того чтобы быстро сократить затраты, можно снизить заработную плату, либо сократить штат сотрудников. Однако оба метода имеют крайне негативные последствия: в первом случае работники уйдут в другие организации с более высокой заработной платой, во втором случае – значительно увеличится нагрузка на персонал, что впоследствии вызовет недовольство и произойдет высвобождение рабочих мест [1, с. 167].

Аутстаффинг – один из инструментов в управлении персоналом, позволяющий компаниям регулировать число работников, не изменяя при этом официальную численность персонала.

К услуге аутстаффинга прибегают компании разных сфер деятельности: производственные, сферы услуг, банки. Часто аутстаффинг используется оптовыми и розничными торговыми компаниями. Выбор данной услуги определяется целями, которые хочет решить компания с помощью аутстаффинга.

В этом смысле услуга аутстаффинга выгодна для компаний, которые не имеют возможности увеличить штатную численность сотрудников, но нуждаются в них для выполнения своих задач. Это малые предприятия или предприятия, находящиеся на упрощенной системе налогообложения, которые имеют штатные ограничения. Например, решили открыть торговую точку. Для того чтобы принять на работу новых сотрудников, необязательно регистрировать еще одно юридическое лицо и вести по нему отчетность. Можно зачислить этих сотрудников в штат провайдера. При этом работать они будут в новом магазине, а находится в штате у компании-провайдера. Компания-провайдер – это компания, специализирующаяся на предоставлении услуг аутстаффинга и аутсорсинга.

Некоторые компании пользуются этой услугой для привлечения высококлассного специалиста, например, хорошего специалиста по работе с корпоративными клиентами. Многие компании применяют аутстаффинг для снижения административных рисков и издержек, связанных с персоналом.

Аутстаффинг предполагает оформление части сотрудников в штат сторонней компании, которая выступает в роли формального работодателя для персонала передающей компании (заказчика) и обеспечивает ведение рутинной кадровой работы,

начисление и выплату заработной платы, перечисление налогов, а также соблюдение норм законодательства по всем вопросам трудовых отношений.

Компании, пользующиеся аутстаффингом, основную выгоду для себя видят в возможности концентрироваться на своем бизнесе, не расплываясь на побочные задачи. Компании начинают использовать аутстаффинг обычно в тех случаях, когда имеется определенная непредсказуемость бизнеса, когда нужна переменная рабочая сила или слишком большой штат сотрудников. Кроме того, для менеджеров большим плюсом является то, что нет нужды рассчитывать заработную плату, ходить по судам, общаться с профсоюзами и трудовой инспекцией.

Учитывая все перечисленное, можно сделать более расширенное определение аутстаффинга. Аутстаффинг – это кадровая технология, при которой компания – провайдер услуг оформляет в штат уже существующий персонал компании – клиента. При этом права и обязанности работодателя переходят к провайдеру услуги, в то время как сами сотрудники продолжают работать на прежнем месте и выполнять свои функции.

Для организации заказчика существует ряд преимуществ использования аутстаффинга:

- возможность регулирования численности работников без потери квалифицированных кадров;
- оптимизация расходов на содержание персонала;
- выстраивание новых, более гибких схем отношений с профсоюзами;
- использование на временном проекте заранее отобранных людей;
- возможность применения упрощенной системы налогообложения в результате сокращения штатных единиц (до 50 чел.);
- эффективное удовлетворение временных потребностей в трудовых ресурсах в разных организациях, входящих в одну систему;
- увеличение инвестиционной привлекательности и создание хорошей репутации организации в результате улучшения финансовых показателей в расчете на одного сотрудника [4, с. 85].

Следует обратить внимание на то, что аутстаффинг не предполагает экономической выгоды для заказчика. Услуга аутстаффинга недешевая. Как правило, счет предъявляемый заказчику выглядит следующим образом: фонд заработной платы (с учетом налогов на зарплату) + страховка + пенсионные отчисления + услуги аутстаффера (от 10–25 % от фонда оплаты труда, включая выплату отпускных).

С каждым сотрудником, которого переводят к аутстафферу, должна проводиться беседа по существу происходящих событий, до каждого специалиста доводится информация о том, что он становится работником этой компании, которая отныне является для него работодателем и несет в этом качестве полную ответственность за соблюдение трудового и налогового законодательства. При этом работник фактически продолжает работать в интересах компании, ранее принимавшей его на работу, и выполнять те же самые функции.

В условиях динамично развивающегося рынка большое значение приобретает такой показатель, как цена предоставляемой услуги. Исходя из этого, часто компании-клиенты ищут небольшие фирмы, которые предлагают гибкую систему цен, оригинальные схемы, позволяющие решить проблему оптимизации налогообложения, предоставляя при этом все гарантии сохранения полной конфиденциальности.

Необходимо отметить, что вывод персонала за штат организации является весьма популярным за рубежом. Так, в США на данный момент услуги аутстаффинга предлагают около 2000 компаний. Рынок услуг в данной области ежегодно растет

в среднем на 35 %. Компании, пользующиеся аутстаффингом, основную выгоду видят в возможности концентрации на основном виде деятельности, не тратя силы на решение побочных задач [1, с. 169]. Активно применяют аутстаффинг такие зарубежные компании, как *Kelly Services*, *Adecco Global*, *Coleman Services Inc*, *Ventra Employment*, *UNISTAFF*. В России данная услуга используется компаниями «Агентство Анкор», «Метрополис», «Агентство Контакт», «Империя кадров» [4, с. 85].

Хотя последние годы число отечественных фирм, заказывающих данную услугу, увеличивается, высокой популярностью среди них аутстаффинг пока не пользуется – они составляют не более 10–15 % всех потребителей. Основными клиентами фирм-провайдеров пока являются западные компании, открывшие представительства в нашей стране.

В Беларуси примерами аутсорсинговых компаний являются «Фортисплюс», «ВестДжиГрупп», «*Walk & Work*», «*Kiat*», «Мажорперсонал», «Сити Стафф», «Эрудит».

Помимо достоинств у системы аутстаффинга имеются и некоторые недостатки:

– возможно снижение мотивации труда персонала (тяжелая психологическая обстановка, которая складывается в процессе применения данной услуги), что может негативно повлиять на производительность труда;

– экономия средств достигается при выводе за штат большого количества сотрудников;

– возможна проблема утраты конфиденциальной информации организации-заказчика [4, с. 86].

Несмотря на большое количество преимуществ, система еще недостаточно распространена в Беларуси. Главной причиной является отсутствие законодательного регулирования в области аутстаффинга. На данный момент законодательство Республики Беларусь не содержит даже самого понятия «аутстаффинг».

Из вышеперечисленного очевидно, что данный метод не только упрощает процесс деятельности той или иной организации, но и экономически эффективен, так как позволяет избежать многих рисков, связанных с интеграцией.

И если даже в настоящий период еще не совсем стабильной экономики аутстаффинг имеет место быть, можно сделать вывод, что с дальнейшим ее развитием он станет неотъемлемой частью финансово-хозяйственной деятельности экономических субъектов.

Аутстаффинг в Беларуси может повысить эффективность использования трудовых ресурсов (уменьшение расходов), а также повысить конкурентоспособность организации в целом. Однако для успешного ведения бизнеса в данной сфере необходимо помнить обо всех достоинствах и недостатках системы аутстаффинга, а также учитывать требования действующего законодательства Республики Беларусь.

Л и т е р а т у р а

1. Абесинова, Е. К. Роль аутстаффинга персонала в повышении эффективности работы предприятия / Е. К. Абесинова // Новая экономика. – 2013. – № 2. – С. 167–172.
2. Аутстаффинг персонала в Беларуси / Пульс цен. – Режим доступа: <http://www.pulscen.by>. – Дата доступа: 06.03.2016.
3. Мухин, Ю. И. Наука управлять людьми: изложение для каждого / Ю. И. Мухин // Фолиум. – 2006. – С. 120.
4. Шатовицкая, Ю. С. Зарубежный опыт внедрения аутстаффинга, проблемы и перспективы его развития в системе потребительской кооперации Республики Беларусь / Ю. С. Шатовицкая // Потребит. кооперация. – 2013. – № 1. – С. 84–88.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АУТСТАФФИНГА ПЕРСОНАЛА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Т. А. Мельникова

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

Научный руководитель И. В. Ивановская

В условиях интеграции мировых экономических процессов практика показала, что существующие формы трудовых отношений теряют свою значимость, поскольку не обладают достаточной гибкостью, которая требуется при жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках. В такой ситуации приходится изыскивать возможности изучения и применения новых методов управления.

Одним из таких методов управления является аутстаффинг. Чтобы наиболее точно определить понятие аутстаффинга, рассмотрим его составляющие. **Лизинг персонала** – управленческая технология, разновидность аутсорсинга, позволяющая обеспечить бизнес-процесс компании необходимыми трудовыми ресурсами, используя услуги сторонней организации. Это одно из направлений работы частных агентств занятости. Второе направление связано с тем, что ряду фирм невыгодно содержать большой штат сотрудников. Например, набор «лишнего» человека в штат компании приводит к потере статуса малого предприятия. Другой пример. Компании важно не потерять место лидера в рейтингах, где фигурирует коэффициент выработки на одного сотрудника. Как в первом, так и во втором случаях компании заинтересованы в выводе персонала за штат. Частные агентства занятости не только поставляют рабочую силу, но и «берут на себя ее избытки». И именно совокупность этих процессов в мировой практике и научной литературе получили общий термин «аутстаффинг».

Аутстаффинг, таким образом, – это использование «внешнего» или «заемного» персонала (персонала внешней организации) для решения проблемы кадрового обеспечения и интеграции интеллектуального потенциала. Аутстаффинг рассматривается современным менеджментом как услуга, которую оказывают специализированные агентства (staffing agency), предоставляющие организации-заказчику квалифицированный персонал на условиях, определяемых контрактом (соглашением об аутстаффинге).

Аутстаффинг в более узком понимании – это технология, позволяющая снижать административные расходы и риски, связанные с персоналом компании (outstaffing – выведение персонала за штат). Используется в тех случаях, когда рекрутинговое агентство (подрядчик) не подбирает работников, а оформляет в свой штат уже существующий персонал организации-клиента (заказчика). При этом работники продолжают трудиться на прежнем месте и выполнять свои функции. Численность и квалификацию требуемого персонала определяет заказчик, который не имеет трудовых отношений с предоставляемым персоналом, но может мотивировать каждого привлеченного работника. Подрядчик, таким образом, является нанимателем персонала, а заказчик может привлекать персонал для выполнения различных функций. На время своей работы предоставленный персонал становится частью коллектива заказчика, но весь кадровый документооборот по предоставленному персоналу ведет подрядчик [1, с. 14].

Многие компании пользуются аутстаффингом, чтобы решить вопросы, связанные, прежде всего, с ограничением штатного расписания и бюджета компании, а также чтобы снизить риски, связанные с решением трудовых споров. Основную выгоду для себя они видят в возможности концентрироваться на своем основном бизнесе, не расплываясь на другие задачи.

Компании, предлагающие аутстаффинг как кадровую услугу, могут брать на себя функции расчета и выплаты заработной платы, пособий по временной нетрудоспособности и компенсаций за отпуск, командировочных расходов; оформления необходимых бухгалтерских отчетов и справок; проведения всевозможных кадровых процедур в соответствии с законодательством; управления компенсационным пакетом сотрудников; прекращения трудовых отношений с сотрудником по требованию клиента.

Главная ценность аутстаффинга как кадровой услуги заключается в том, что она позволяет придать необходимую гибкость в управлении персоналом и привести в соответствие количество сотрудников реальному объему бизнеса [2, с. 171].

Рассмотрим более детально преимущества использования аутстаффинга. Анализируя опыт ведущих рекрутинговых компаний, а также публикации по лизингу персонала в специализированной прессе, можно выделить наиболее значимые преимущества аутстаффинга для клиента.

1. Повышение конкурентоспособности – возможность быстро реагировать на изменение конъюнктуры рынка за счет увеличения и сокращения объема привлекаемого заемного труда. Компании не требуется держать в штате «лишних» сотрудников.

2. Сокращение затрат на содержание вспомогательных служб – происходит сокращение численности вспомогательных служб вследствие передачи части объемов работ этих служб агентству. По этой же причине уменьшаются объемы работы с налоговой инспекцией и различными фондами, с СЭС.

3. Улучшение финансовых и экономических показателей – клиент-заказчик может отнести часть операционных затрат на себестоимость. Происходит рост производительности труда вследствие вывода части персонала за штат. В некоторых случаях возможна минимизация налоговых выплат.

4. Улучшение имиджа компании – сокращаются риски возникновения судебных тяжб с персоналом, уменьшается число случаев получения травм на работе, так как часть работников является сотрудниками другой компании.

Отметим, что применение аутстаффинга несет не только организационные эффекты, но и имеет влияние на конкретные экономические показатели, о чем зачастую забывают, говоря о данной форме трудовых отношений. Например, если штат предприятия вышел за пределы установленной численности для возможности применения упрощенной системы налогообложения (не более 100 чел. в Республике Беларусь), предприятие лишается возможности применять УСН, однако, переведя часть сотрудников на аутстаффинг, предприятие сможет сохранить данную привилегию.

Помимо положительного опыта применения аутстаффинга, существуют и определенные недостатки [3, с. 75]:

1) экономия средств достигается при выводе за штат большого количества работников;

2) возможна проблема утраты конфиденциальной информации организации-заказчика.

Следует отметить, что в западных странах аутстаффинг – это современная кадровая, законодательно оформленная услуга с четко проработанным организационным, экономическим и правовым механизмами практического применения, что в значительной степени сокращает возможность возникновения всех вышеперечисленных рисков.

На примере предприятия филиала «Завод Энергооборудование» мы рассмотрели возможность повышения показателя производительности труда с помощью использования аутстаффинга рабочих участка сборки и сварки низковольтного оборудования. Численность рабочих данного участка составляет 30 чел. Результаты проведенного мероприятия представлены в таблице.

**Результаты использования аутстаффинга рабочих участка сборки
и сварки низковольтного оборудования на предприятии
филиал «Завод Энергооборудование»**

Показатели	До проведения мероприятия (2013 г.)	После проведения мероприятия	Абсолютное изменение (экономия/увеличение)
Затраты за год, млн р.	2,796,718,548	2,789,134,440	-7,584,108
Списочная численность	201	171	-30
Среднегодовая выработка работника списочного состава, млн р.	599,244	704,374	105,13
Среднегодовая выработка работника по добавленной стоимости	201,453	236,795	35,342

Примечание. Разработано автором.

Из таблицы видно, что экономия от использования аутстаффинга не так велика, однако основная цель проведения данного мероприятия была повысить показатели выработки на одного работника благодаря сокращению численности на 30 чел. Таким образом, при использовании аутстаффинга рабочих участка сборки низковольтного оборудования выявлены следующие положительные моменты:

- 1) предприятие избавляется от всех рисков, связанных с работниками: травматизм на производстве, прогулы и т. д.;
- 2) возможность быстро реагировать на изменение ситуации на рынке, быстро и безболезненно для рабочих изменять численность работников; снижается вероятность возникновения судебных споров и т. д.;
- 3) снижение затрат на 7584108 р. в год;
- 4) сокращение численности работников списочного состава на 30 чел. позволило увеличить показатель среднегодовой выработки работников списочного состава на 105,13 млн р., а показатель среднегодовой выработки работников по добавленной стоимости – на 35,342 млн р.

На наш взгляд, применение аутстаффинга в Республике Беларусь имеет большой потенциал, однако необходимо осуществить преобразования в законодательной, правовой и экономической сферах, которые бы способствовали развитию данной формы трудовых отношений. При должной поддержке со стороны государства данная кадровая технология получит широкое распространение в системе потребительской кооперации и на динамично развивающемся рынке кадровых услуг Республики Беларусь.

Литература

1. Бизюков, П. В. Заемный труд: последствия для работников / П. В. Бизюков, Е. С. Герасимова, С. А. Саурин. – М. : АНО «Центр социально-трудовых прав», 2012. – 184 с.
2. Иванова, В. И. Развитие кадровых аут-технологий / В. И. Иванова // Управленческое консультирование. – 2006. – № 2. – С. 162–176.
3. Сафарова, Е. Ю. Как оптимизировать расходы на персонал: аутстаффинг, аутсорсинг, лизинг персонала / Е. Ю. Сафарова. – М. : Эксмо, 2010. – 208 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА «ДОКШИЦКИЙ ХЛЕБОЗАВОД» ОАО «ВИТЕБСКХЛЕБПРОМ»)

А. Д. Радевич

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск

Научный руководитель Н. А. Сырокваш

Область информационных технологий является в сегодняшнем мире очень динамичной. Вследствие этого готовность к инновациям в области информационных систем становится явной и важной составляющей культуры производства и предпринимательства. Если стратегия компании предусматривает передовую роль в своей отрасли, необходимы постоянные инновации в области информационных систем. Задачей информационного менеджмента такой компании является выявление перспективных направлений в развитии области технологий и преобразование их в инновационные проекты. Реализация инновационных проектов происходит на оперативном уровне в соответствии со стратегическими планами компании.

Определений понятия «инновация» существует достаточно много. Однако все они сводятся к следующему: инновация представляет собой процесс превращения достижений научно-технического прогресса в новые продукты и технологии.

Целями инноваций на производстве являются внедрение наиболее передовых технологий, повышение производительности труда и эффективности управления, получение стратегических преимуществ на рынке.

Инновационный процесс никогда не должен прерываться на любом предприятии. Инновации вообще требуют постоянных экспериментов и исследований, а в наукоемких технологиях, к которым относятся информационные, – тем более. Данная работа посвящена инновационной деятельности в сфере информатизации, которая понимается как процесс комплексный и многоуровневый. В него включаются не только оригинальное изобретение, но и разработка новой программы обмена быстрыми сообщениями. Чрезвычайно важны также распространение нововведения в другие отрасли, адаптация новых методов и продуктов для других сфер, формирование новых секторов рынков.

Итак, для повышения уровня развития инноваций в сфере информатизации предлагается внедрение системы быстрых сообщений *Messenger* на филиале «Докшицкий хлебозавод» ОАО «Витебскхлебпром».

Для подобного рода коммуникации необходима клиентская программа, так называемый мессенджер (англ. *messenger* – курьер). Отличие от электронной почты здесь в том, что обмен сообщениями идет в реальном времени (англ. *instant* – мгновенно). Большинство IM-клиентов позволяет видеть, подключены ли в данный момент абоненты, занесенные в список контактов.

Предлагается разработать программу «Novax-Doc», которая будет установлена на мобильные телефоны и персональные компьютеры работников завода.

Цель данного нововведения – быстрый обмен информацией между структурными подразделениями, быстрый документооборот, сокращение времени на решение задач, быстрая адаптация новых работников, экономия денежных средств, потраченных на телефонные переговоры.

Был разработан внешний вид программы для мобильных телефонов, а также для персональных компьютеров (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид программы «Novax-Doc» для мобильных телефонов (а) и персональных компьютеров (б)

Значения итоговых показателей экономической эффективности приведены в таблице.

Значения показателей экономической эффективности

Показатель	Значение
Экономический эффект, р.	233430886
Экономическая эффективность	8,4
Срок окупаемости, мес.	2

Внедрение новой программы «Novax-Doc» будет решать следующие задачи:

- 1) объединение в один проект внутренних и внешних пользователей;
- 2) организация эффективной совместной работы и координация действий;
- 3) получение своевременной информации о ходе выполнения работ;
- 4) непрерывность доступа к критически важной информации;
- 5) совершенствование проекта;
- 6) экономия средств предприятия;
- 7) мгновенное извещение работников о делах предприятия.

Таким образом, можно прийти к выводу, что внедрение новой программы «Novax-Doc» имеет ряд перспектив в развитии инновационной деятельности предприятия в сфере информатизации, колоссальные экономические выгоды, быстрый срок окупаемости, а также будет решен ряд поставленных задач.

Литература

1. Зеленковский, А. А. Экономика предприятий и отраслей АПК : практикум / А. А. Зеленковский, А. В. Королев, В. М. Синельников. – Минск : Изд-во Гревцова, 2012. – 204 с.
2. Казначевская, Г. Б. Менеджмент : учеб. для вузов / Г. Б. Казначевская. – М. : Высш. образование, 2012. – 352 с.
3. Тележников, В. И. Менеджмент : учеб. пособие / В. И. Тележников ; под ред. Н. П. Беляцкого. – Минск : БГЭУ, 2011.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ (НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

С. В. Хаврукова

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

Научный руководитель Е. М. Карпенко

Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь, обеспечение достойного уровня жизни населения и его повышение – приоритетное направление развития национальной экономики [1]. Следует отметить, что региональная экономическая политика Республики Беларусь предусматривает обеспечение роста благосостояния населения независимо от территории его проживания. Однако на практике выдержать подобный паритет непросто, поскольку явление региональной дифференциации уровня жизни населения, по нашему мнению, объективно и исторически предопределено высокой экономической эффективностью процесса территориальной концентрации производства и населения [3].

С позиции территориальной структуры Республика Беларусь – страна средних городов. Гомельская область занимает территорию в 40,4 тыс. км² (первое место по республике), что составляет пятую часть территории страны. Регион лидирует по численности населения среди областей республики – 1,424 млн чел., причем городское население составляет 76,3 % от общей численности населения области.

В области – 21 район, 18 городов. Центром является г. Гомель. К крупным и средним городам области с численностью населения более 50 000 чел. относятся Гомель, Мозырь, Жлобин, Светлогорск и Речица (59,6 % от численности населения области). Предприятия области производят 20,8 % республиканского объема промышленной продукции [2].

Для реализации целей исследования – оценки уровня жизни населения Гомельской области – проанализируем следующие группы показателей:

- демографические (численность населения, удельный вес населения по основным возрастным группам в общей численности населения, общий коэффициент естественного прироста (убыли) населения (на 1000 чел. населения);
- занятость (уровень зарегистрированной безработицы);
- доходы населения (номинальная начисленная среднемесячная заработная плата работников, номинальная начисленная среднемесячная заработная плата работников к областному уровню, темп роста номинальной и реальной заработной платы);
- жилищные условия (обеспеченность населения жильем, м² общей площади на 1 жителя; ввод в эксплуатацию жилых домов на 1000 чел. населения, м² общей площади; число построенных квартир на 1000 чел. населения);
- образование (число дневных учреждений общего среднего образования и удельный вес района по их количеству; численность учащихся и удельный вес численности учащихся района в областных показателях);
- здравоохранение (численность практикующих врачей на 10 тыс. чел.);
- экономические показатели (объем промышленного производства, выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг, розничный товарооборот, товарооборот общественного питания – на душу населения).

Оценка уровня жизни населения районов Гомельской области осуществляется на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2014 г.

Анализ основных демографических показателей, отображенных на рис. 1, свидетельствует о постепенном старении населения в малых городах и сельских населенных пунктах области. Наибольшими удельными весами трудоспособного населения характеризуются районы, в состав которых входят средние и крупные города, являющиеся промышленными центрами области, что также подтверждается значением общего коэффициента естественного прироста населения (имел положительное значение лишь в г. Гомеле, Жлобинском, Мозырском и Наровлянском районах).

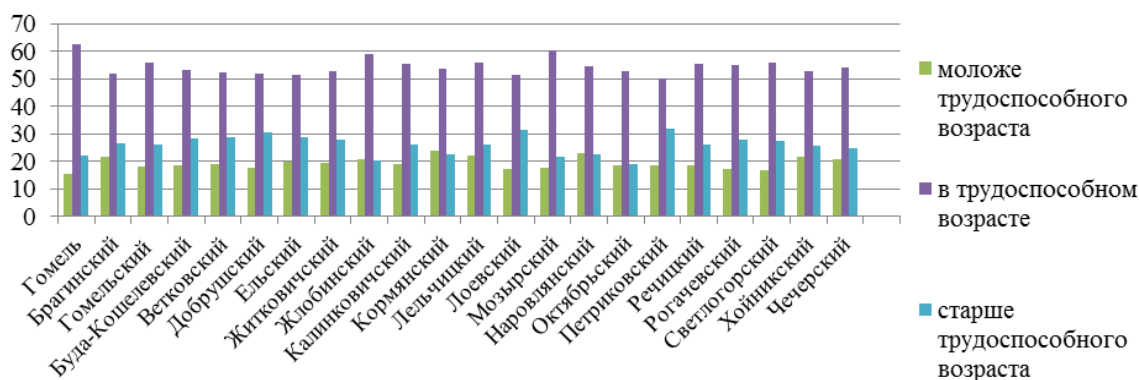


Рис. 1. Удельный вес населения по основным возрастным группам в общей численности населения районов Гомельской области [2]

Уровень зарегистрированной безработицы не превышал 1,2 %, однако демонстрировал наивысшие значения (1–1,2 %) в районах с преобладанием поселков городского типа, сельских населенных пунктов и малых городов.

Величина номинальной заработной платы как основного источника доходов работающего населения в 2014 г. дифференцировалась в интервале от 4,3 млн р. (Кормянский, Петриковский, Хойникский районы) до 6,4 млн р. (Мозырский и Речицкий районы). Темпы роста номинальной и реальной заработной платы, согласно рис. 2, характеризовались относительной равномерностью, что связано с реализацией мероприятий социальной политики государства в отношении малых городов и сельских населенных пунктов при одновременном удорожании жизни в крупных и средних городах.

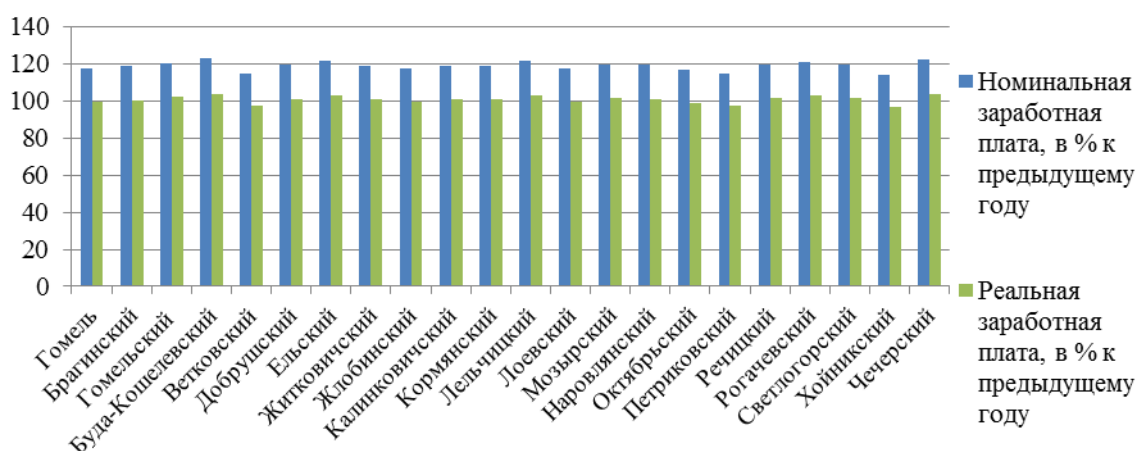


Рис. 2. Динамика заработной платы населения Гомельской области [2]

Показатели, характеризующие жилищные условия, образование и здравоохранение, свидетельствуют о более высоких темпах строительства жилья, большей обеспеченности учреждениями образования и практикующими врачами районов, сконцентрированных около крупных и средних городов областного подчинения. Как свидетельствует информация, представленная на рис. 3, аналогичная тенденция наблюдается и при сопоставлении основных экономических показателей, определяющих уровень жизни населения.

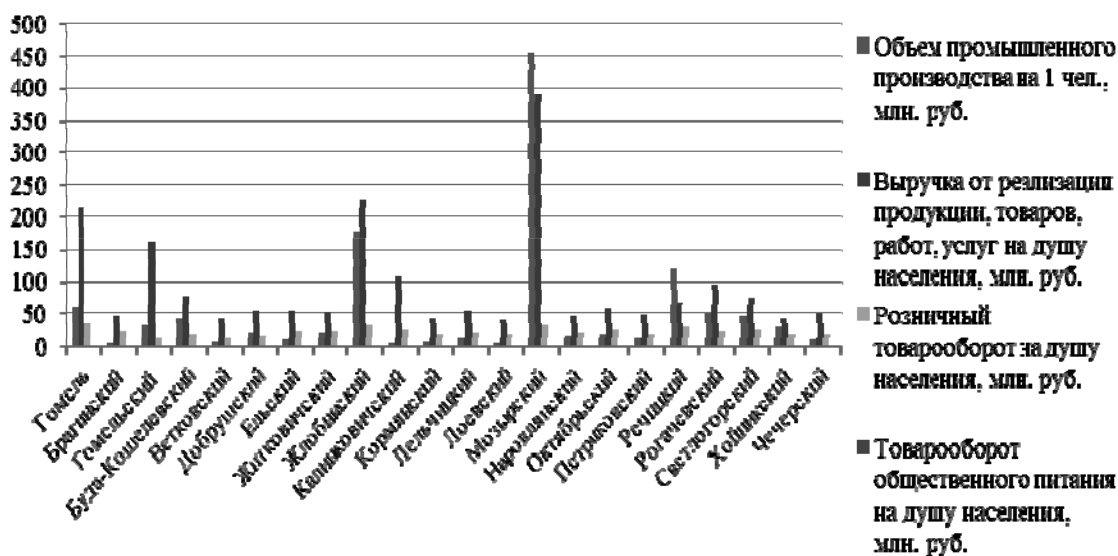


Рис. 3. Экономические показатели уровня жизни населения Гомельской области [2]

Таким образом, крупные и средние города, являющиеся опорными центрами районов, обеспечивают более высокий уровень жизни населению, проживающему в них (66,4 % от численности населения Гомельской области). Фактически это означает, что по основным показателям уровня жизни как минимум 1/3 населения Гомельской области, сосредоточенной в малых городах, поселках городского типа и сельских населенных пунктах, отстает от аналогичных областных показателей. Сложившаяся ситуация требует разработки адекватных мероприятий, направленных на нивелирование различий уровня жизни населения региона, в числе которых отметим следующие:

- активизация роли малых городов на основе определения и интенсивного использования их потенциала и потенциала районов, к которым они относятся территориально;
- формирование имиджа малого города как социокультурного центра, способствующего замедлению и прекращению нежелательных миграционных потоков;
- стимулирование малого бизнеса как основы развития экономики малого города: источника привлечения инвестиций, создания рабочих мест, развития производственного потенциала (рекреационного, туристического, аграрного).

Подводя итог, отметим, что результаты проведенного исследования уровня жизни населения Гомельской области позволяют определить выравнивание уровней социально-экономического развития районов и интенсификацию развития малых городов как социокультурных центров области в качестве приоритетных направлений современной региональной социально-экономической политики.

Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол.: Я. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак. – 200 с.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2015 / И. В. Медведева [и др.] – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2015. – 525 с.
3. Хаврукова, С. В. Наука в современном мире / С. В. Хаврукова // Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Стерлитамак, 19 февр. 2015 г. – Стерлитамак : РИЦ АМИ, 2015. – С. 238–240.

БЮДЖЕТИРОВАНИЕ КАК МЕХАНИЗМ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ

А. С. Чечуга

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

Научный руководитель М. Н. Андриянчикова

На первых этапах компания, как правило, управляется достаточно авторитарно и при этом эффективно. Но в какой-то момент у руководителя уже не хватает компетенций, полномочий и времени, чтобы оценивать информацию и принимать верные управленческие решения. Здесь встает вопрос о децентрализации управления. Система бюджетирования может решить эту проблему, так как система бюджетного управления строится на принципе коллегиального принятия решений, на бюджетном комитете, где решения должен принимать не один человек, а группа управленцев – топ-менеджеров. Бюджетирование позволяет усилить контроль над распределением финансовых ресурсов компании и увеличить эффективность их использования.

Система бюджетного управления – система управления компанией по центрам финансовой ответственности (ЦФО) через бюджеты, которая позволяет достигать поставленные цели компании путем наиболее эффективного использования ресурсов. Действуя на основании информации об экономической деятельности компании, система бюджетного управления помогает руководству компании анализировать и принимать решения при отклонении факта от плана в финансово-экономических показателях бюджетов [1].

Эффект от разработки бюджета состоит в повышении степени гибкости предприятия из-за возможности предвидеть результаты управленческих действий, определить базовые установки для каждого направления деятельности предприятия и рассчитать разные варианты, заранее подготавливая ответные действия на возможные изменения как во внешней, так и во внутренней среде. Бюджетирование позволяет сравнивать поставленные задачи и полученные результаты, выявлять слабые и сильные стороны и корректировать стратегию.

При внедрении системы бюджетирования на предприятие ЧУП «Радуга» ОАО «Актамир» планируется сократить административные издержки и получить дополнительную прибыль.

Для работы системы бюджетирования необходима внедренная система мотивации персонала. Это обусловлено мотивированием сотрудников к выполнению утвержденных бюджетов.

Для автоматизации бюджетирования часто используется специализированное программное обеспечение.

Автоматизированная система бюджетирования (АСБ) представляет собой компьютерную финансовую модель компании в виде взаимосвязанных бюджетов – производства, инвестиций, продаж, закупок и т. д.

В качестве простейшей и наиболее дешевой АСБ часто используется программа Microsoft Excel. Она прекрасно знакома всем финансистам и позволяет вводить любые формулы и строить практически любые взаимосвязи и прогнозы. Кроме того, в эту программу можно импортировать информацию из большинства учетных систем, а также текстовые файлы, что облегчает ввод данных. Вместе с тем у бюджетирования на основе Excel есть и серьезные недостатки. В этой системе сложно коллективно работать, даже два сотрудника не могут одновременно пользоваться одним файлом. Также невозможно составлять несколько вариантов бюджета: для каждого нового варианта приходится заводить свой файл, что приводит к путанице и чрезмерной нагрузке на сервер. Консолидировать данные нужно вручную, что вызывает большое количество ошибок и несоответствий. Кроме того, практически не разграничиваются уровни доступа к данным (нет гибкого уровня доступа к данным), т. е. все данные доступны всем пользователям, тогда как на практике некоторые данные должны быть доступны только топ-менеджменту; функции защиты данных от изменений также отсутствуют.

При выборе АСБ следует учитывать, какая корпоративная информационная система установлена на Вашем предприятии. Дело в том, что специализированные АСБ производят многие разработчики, и они наилучшим образом интегрируются с их же корпоративными пакетами. Например, если у Вас установлена ERP-система Oracle Applications, то в качестве модуля бюджетирования лучше всего подойдет Oracle Financial Analyzer (OFA). Пользователи 1С часто отдают предпочтение продуктам, выпускаемым фирмами «Инталев», «Рарус» и некоторыми другими партнерами 1С, так как они специально разработаны для совместной установки с 1С [2].

В каждой системе автоматизации есть плюсы и минусы. Для примера, в системе OFA есть следующие достоинства и недостатки:

– достоинства. В системе есть гибкий контроль доступа к данным. Например, можно настроить программу таким образом, что руководитель будет видеть только агрегированные показатели по подразделениям, а подчиненный – только свои показатели и показатели в целом по компании. Возможно также разделять финансовую модель на подмодели по подразделениям. В системе OFA могут работать сотрудники, находящиеся в различных городах, что очень важно для компаний с множеством филиалов. Правда, для этого необходимо установить в каждом филиале свой сервер, через который будут передаваться данные;

– недостатки. В OFA не развиты средства документирования модели, т. е. разработанную модель сложно описать с помощью встроенных инструментов, например, получить условную схему модели в виде рисунка или таблицы. Это серьезная проблема, которая встает особенно остро при смене персонала: если в компании нет аналитика, который занимается описанием всех моделей, объяснить новому сотруднику подробности Вашей бюджетной инфраструктуры будет трудно.

Но следует понимать, что в любом случае автоматизированная система бюджетирования не заменит специалистов и менеджеров, принимающих решения, и ждать чудес от нее не стоит. Задача АСБ – создать общую понятийную и информационную среду, благодаря которой управленческие решения будут приниматься быстрее, спокойнее и точнее.

Для внедрения системы бюджетирования необходимо:

1. Иметь центральную базу данных для ведения бюджетов. Это позволяет организовать единое информационное пространство предприятия.
2. Обеспечить гибкую настройку бюджетной модели.
3. Обеспечивать сбор и консолидацию первичных данных из различных учетных систем.

4. Обеспечивать обработку и хранение больших объемов данных.
5. Обеспечивать обмен данными с удаленными подразделениями.
6. Предоставлять знакомые пользователям инструменты ввода бюджетных данных.
7. Обеспечивать ведение управленческого учета.
8. Обеспечивать разграничение прав доступа пользователей к данным и поддерживать регламент согласования и утверждения бюджетов.
9. Предоставлять инструменты для создания разнообразных аналитических отчетов. Бюджет по своей природе многомерен и анализируются доходы и расходы в разных разрезах: по центрам финансовой ответственности, видам деятельности, статьям бюджетов, проектам, продуктам и т. д. Не менее важно получение консолидированных отчетов и показателей. Аналитические отчеты должны поступать к руководству корпорации и филиалов оперативно, и желательно, чтобы пользователь мог их создавать, менять и т. д. самостоятельно, без программирования, чтобы не загружать ИТ-службу [2].

Таким образом, внедрение бюджетирования позволит оптимизировать финансовые ресурсы, поскольку предварительное планирование, анализ планов, просчет рисков, связанных с их реализацией, последующий контроль отклонений, анализ причин, вызвавших эти отклонения, а также влияние их на будущее приведет к минимизации затрат и увеличению прибыли.

Литература

1. Бюджетирование: шаг за шагом / Е. Ю. Добровольский [и др.]. – М. : Питер, 2009. – С. 448.
2. Iteam.ru – технологии корпоративного управления. – Режим доступа: <http://iteam.ru>.

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ

Е. В. Чувашева, В. В. Костусева, В. Н. Агеева

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Н. Н. Иванова

Платежные системы являются основой банковской и финансовой экономики. Практически любая финансовая операция приводит к осуществлению платежей и использованию платежных систем. В последние годы значимость платежных систем и контроля связанных с ними рисков резко возросла в результате существенного увеличения объемов банковских сделок на рынках валюты, финансов и ценных бумаг. Платежные системы также претерпели значительные технические усовершенствования и их оперативность возросла. Управление такими системами требует более высокого уровня квалификации, а также готовности к сбоям в них.

Наличие в стране платежной системы, которая удовлетворяла бы потребностям банков и их клиентов в безопасном обращении денежными средствами, является важным вопросом экономики любой страны. Платежные системы, которые функционируют должным образом, повышают финансовую стабильность и снижают стоимость расчетных операций, обеспечивают эффективное использование денежных ресурсов.

Существующая в настоящее время в Республике Беларусь платежная система обеспечивает потребности реального сектора экономики, банков и других финансовых институтов в своевременном и качественном проведении расчетов. Она сформировалась в конце 90-х гг., что позволило в полной мере использовать накопленный опыт других стран и учесть обязательные для ее успешного функционирования требования и принципы (рис. 1).

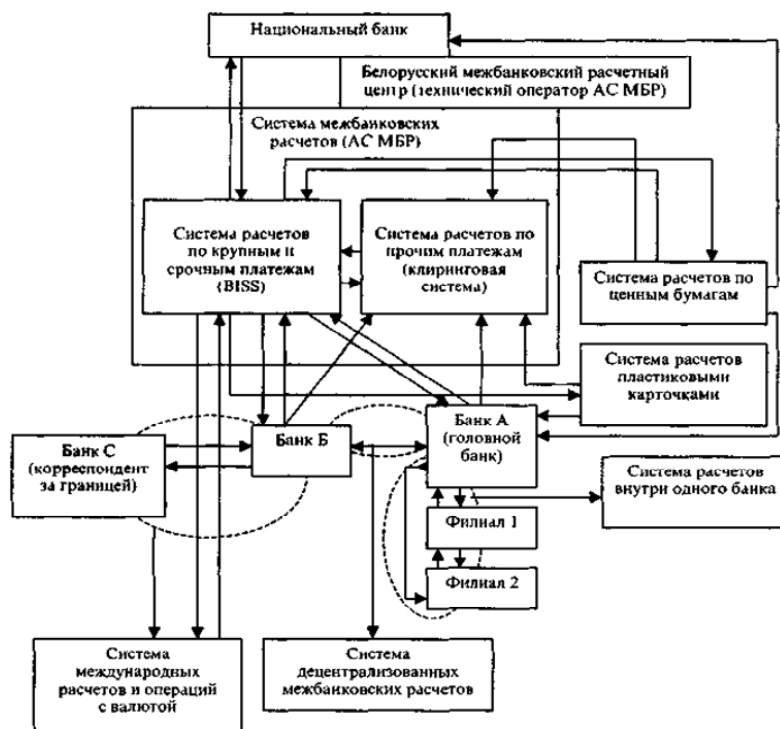


Рис. 1. Схема функционирования платежной системы Республики Беларусь

Платежная система Республики Беларусь регулируется двухъярусной законодательной структурой. Первый ярус включает в себя законодательные акты органов государственной власти, которые определяют порядок проведения межбанковских расчетов, а также определение порядка форм безналичного расчета. Второй ярус структуры, регулирующий платежи, охватывают нормативные документы, принятые Национальным банком в соответствии с Банковским кодексом Республики Беларусь от 25 октября 2000 г. № 441-3.

Кроме того, платежная система Республики Беларусь регулируется требованиями и положениями технических нормативных правовых актов. В 2009 г. принят технический регламент ТР 2008/009/ВУ «Банковская деятельность. Информационные технологии. Информационная совместимость программных и программно-технических средств платежной системы». Данный документ устанавливает требования к информационной совместимости программных и программно-технических средств, обеспечивающих взаимодействие участников платежной системы при выполнении банковских операций, в целях защиты имущества этих участников и предупреждения действий, вводящих в заблуждение пользователей относительно качества программных и программно-технических средств.

В ходе анализа действующих на территории Республики Беларусь НД и ТНПА было идентифицировано 18 технических кодексов установившейся практики и 10 государственных стандартов в области платежных систем и их безопасности. На международном уровне было выявлено 46 нормативных документа, в их числе стандарты 3-D Secure, PCI DSS и PA-DSS. Наиболее распространенным является стандарт PCI DSS, содержащий 12 обязательных требований безопасности, разработанных для защиты данных держателей карт (далее – ДДК). Данный стандарт применяется для всех организаций сферы обработки платежных данных: торгово-сервисных предприятий, процессинговых центров, банков-эквайеров, организаций, выпускающих платежные карты,

и поставщиков услуг, а также других организаций, которые хранят, обрабатывают или передают данные держателей карт и критичные аутентификационные данные.

Стандарт объединяет в себе требования ряда программ международных платежных систем по защите информации, в частности:

- Visa в Европе – Account Information Security (AIS);
- Visa в США – Cardholder Information Security (CISP);
- MasterCard – Site Data Protection (SDP).

В зависимости от числа обрабатываемых транзакций в год компании присваивается определенный уровень с соответствующим набором требований. Минимальный набор требований стандарта может быть расширен дополнительными регулирующими механизмами и методами сокращения рисков, а также требованиями национального законодательства. Кроме того, в соответствии с законодательством или нормативными требованиями может требоваться особая защита данных, идентифицирующих личность, или других элементов данных. PCI DSS не заменяет собой законы, правительственные распоряжения или иные требования законодательства.

Требования стандарта PCI DSS:

1. Установка и поддержка конфигураций межсетевых экранов для защиты ДДК.
2. Запрет на использование паролей к системам и другим параметрам безопасности по умолчанию, заданных производителем.
3. Защита хранимых ДДК.
4. Шифровка ДДК при передаче через сети общего пользования.
5. Защита всех систем от вредоносного ПО и регулярное обновление антивирусного ПО или программ.
6. Разработка и поддержка безопасных систем и приложений.
7. Ограничение доступа к ДДК в соответствии со служебной необходимостью.
8. Идентификация и аутентификация доступа к системным компонентам.
9. Ограничение физического доступа к ДДК.
10. Отслеживание и ведение мониторинга всего доступа к сетевым ресурсам и ДДК.
11. Регулярное тестирование систем и процессов безопасности.
12. Поддержка политики информационной безопасности.

Требования этого стандарта должны быть строго выполнены в процессинговых центрах, где обрабатываются данные платежных карт, и рекомендуются к выполнению банкам-эмитентам, выпускающим пластиковые карты.

Процесс внедрения PCI DSS подразделяется на следующие этапы: анализ исходного уровня соответствия; приведение к требуемому уровню соответствия; подтверждение соответствия; поддержка соответствия.

Процедуры подтверждения соответствия стандарту включают в себя ежегодное прохождение аудита, ежеквартальное сканирование сети на уязвимости и в некоторых случаях – заполнение листа самооценки (Self Assessment Questionnaire). Для выполнения аудита и ежеквартальных сканирований своих сетей компании должны привлекать стороннюю организацию, имеющую статус Qualified Security Assessor (для аудита) и Approved Scanning Vendor (для сканирования сети). Данные статусы присваиваются советом PCI Security Standards Council. Для получения сертификата соответствия PCI DSS компания должна подготовить информационную систему, которая обрабатывает и хранит ДДК, к соответствию требованиям стандарта и пройти сертификационный аудит. Прохождение сертификации целесообразно разбить на два этапа.

На первом этапе проводится предварительный аудит, в рамках которого выявляются уязвимости информационной системы компании, вырабатываются рекомен-

дации по повышению текущего уровня защищенности информационной системы. Дополнительно должен быть проведен тест на проникновение, обязательный в соответствии с требованиями стандарта PCI DSS.

На втором этапе, после выявления всех несоответствий и их устранения согласно предоставленным рекомендациям, проводится итоговый сертификационный аудит. После проведения сертификационного аудита QSA аудиторы предоставляют отчеты в соответствующий орган по сертификации, который принимает решение о выдаче сертификата.

Стандарт PCI DSS предписывает ежегодное проведение теста на проникновение, причем под тестом на проникновение понимается проведение атак на сетевом уровне и уровне приложений на все публично доступные сервисы компании, а также «war-dialing» для проверки наличия возможности проникновения в корпоративную сеть компании по коммутируемым каналам связи. Тест на проникновение не ограничивается сканированием различными сканерами безопасности – это отдельно подчеркивается специалистами PCI SSC.

В Республике Беларусь сертификат соответствия требованиям PCI DSS впервые получен организацией «Приорбанк». В настоящее время данный сертификат имеют также организации «Белвнешэкономбанк», «Белгазпромбанк» и платежный сервис «Деньги Mail.Ru». Повсеместный переход от наличных денежных средств к безналичным расчетам обуславливает повышенный интерес финансовых организаций к внедрению системы менеджмента на соответствие стандарту PCI DSS. Получение сертификата соответствия стандарту PCI DSS гарантирует не только стремление организаций поддерживать высокий уровень безопасности для потребителей их услуг, но и дополнительные репутационные преимущества, заключающиеся в повышении доверия со стороны клиентов, партнеров и контрагентов.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ НЕОБХОДИМОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Е. Н. Шумская

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

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Железнодорожный транспорт является сложной производственно-экономической и социальной системой со своей внутренней, только ей присущей территориально-производственной и функциональной структурой. Главной задачей экономики железнодорожного транспорта является развитие в современных условиях теоретических основ изменения качества и методологии управления качеством и эффективностью транспортного производства. Развитие и согласование в условиях рыночной экономики взаимоувязанных функций и методов управления качеством транспортного производства должно быть направлено на выявление и использование резервов улучшения качества и повышения эффективности транспортного производства, разработку методов экономической оценки и стимулирования (мотивации) повышения качества транспортного производства [1, с. 78].

Научный потенциал отрасли, привлекаемых научных организаций стоит сконцентрировать на работах, входящих в следующие наиболее приоритетные направления: развитие ресурсосберегающих технологий; повышение доходов; развитие

телекоммуникаций и информатизации; внедрение технических средств нового поколения; усовершенствование технологии перевозочного процесса; обеспечение повышенной эффективности финансово-экономической деятельности; повышение безопасности движения; решение экологических проблем; улучшение условий и безопасности труда [2, с. 216].

Железнодорожные станции в системе железнодорожного транспорта играют важную роль в организации информационно-управляющего обеспечения перевозочного процесса, ритмичной и поточной технологии, рациональном взаимодействии с грузоотправителями, грузополучателями, в организации сервиса и культурного обслуживания пассажиров. Работа станций предопределяет качество, надежность, безопасность всей транспортной деятельности. Велика их роль в рациональном использовании всех транспортных средств, повышении производительности труда, высокой экономической эффективности производственной деятельности на основе выполнения государственных заказов по перевозкам и договорных обязательств.

Станция Гомель РУП «Гомельское отделение Белорусской дороги» по функциональному назначению, характеру и по объему выполняемой работы является внеклассной двухсторонней сортировочной станцией. Предназначена для расформирования и формирования грузовых поездов, операций по коммерческому и техническому обслуживанию грузовых поездов и вагонов, подготовки грузовых вагонов под погрузку, грузовых операций с вагонами, формирования и обслуживания поездов для перевозки пассажиров. Важный момент в характеристике станции – наличие двух сортировочных горок, чего не имеет больше ни одна станция на Белорусской железной дороге.

Для выполнения сортировочной работы на этих станциях имеются горки большой, средней и малой мощности с соответствующим оборудованием, сортировочные парки, вытяжные пути. Станции имеют обычно отдельные парки приема поступающих в переработку и отправления сформированных поездов, а также отдельные парки или пути для транзитных поездов [3, с. 41].

Существующие сортировочные станции переустраивают главным образом для повышения их пропускной и перерабатывающей способности в связи с ростом вагонопотоков и устранения существенных недостатков в их путевом развитии и оборудовании. Причинами переустройства могут также являться сооружение на подходах вторых главных путей, примыкание новых железнодорожных линий и др.

Переустройство может включать увеличение числа путей в парках станции, удлинение путей, улучшение горловин, переустройство горки в связи с механизацией и автоматизацией горки или добавлением путей в сортировочном парке, укладку второго пути надвига, устройство путепроводных развязок на подходах к станции и др.

Переустройство существующей станции, при котором изменяется ее схема, добавляются новые парки, изменяется расположение локомотивного хозяйства, называют реконструкцией станции. При реконструкции станции для увеличения пропускной и перерабатывающей способности устраняют недостатки, имеющиеся в схеме расположения парков и развитии отдельных элементов, устраивают новые парки, приводят схему станции по возможности к рациональной.

Во всех случаях переустройства станции надо наиболее полно использовать имеющиеся капитальные устройства, сохранять без передвижек и изменения отметок основные парки, ограничиваясь перекладкой горловин, и предусматривать поэтапное выполнение работ с тем, чтобы каждый этап давал увеличение пропускной способности и строительство велось без перерывов в работе станции и снижения ее пропускной и перерабатывающей способности [4, с. 245].

В состав проектов по переустройству сортировочных и других крупных станций входит проект организации строительства, в котором для каждой утвержденной очереди развития устанавливается рациональное определение этапов и направление производства работ, выбираются способы производства работ по их основным видам, определяется потребность в производственных ресурсах (материалах, машинах, транспортных средствах и др.), потребность в рабочих кадрах, составляется график организации строительства со сроками выполнения работ подготовительного и основного периодов. Число этапов зависит от сложности переустройства.

При переустройстве станций часть строительно-монтажных работ выполняется в предоставляемые строителям отрезки времени – «окна», что предъявляет особые требования к порядку выполнения работ, создает трудности строителям и помехи в эксплуатационной работе станции, вызывает изменение ее технологии. Время выполнения работ ограничивается и поэтому сроки удлиняются.

В зависимости от условий для увеличения темпов строительных работ при реконструкции или переустройстве некоторых станций и узлов стали применять скоростной метод. Для выполнения работ по трудному этапу строительства вместо выделения в течение длительного периода большого количества «окон» снимается на короткий период эксплуатационная работа с переустраиваемого парка или другого элемента и в течение этого периода ведется круглосуточная работа на широком фронте и с максимальной концентрацией строительной техники и рабочей силы.

При строительстве (переустройстве) крупных объектов применяется метод сетевых графиков планирования и управления, являющийся более совершенной формой научной организации труда. Этот метод заключается в моделировании всего комплекса технологически и организационно взаимосвязанных работ и определении на графической модели наиболее целесообразной последовательности отдельных работ, дающий наименьший срок сдачи объекта в эксплуатацию. Данный метод устанавливает наиболее эффективное использование ресурсов, упрощает руководство работами и контроль за ходом строительства и в результате дает снижение стоимости и сроков строительства.

Причиной, вызывающей необходимость переустройства сортировочной станции Гомель, является увеличение длины транзитных поездов, следующих как без переработки, так и с переработкой на сортировочной горке.

Цель совершенствования путевого развития выходной горловины парка «А» – повысить пропускную способность парка прибытия, разгрузить предгорочную горловину и дать возможность принимать последовательно в парк прибытия до 4-х длинносоставных поездов для их дальнейшей обработки без дополнительной маневровой работы. Реконструкция путевого развития парка «А» повысит безопасность движения, сократит затраты на текущее содержание стрелочных переводов предгорочной горловины, позволит оптимизировать технологию работы с прибывающими из России и Украины поездами. Замена двойных перекрестных стрелочных переводов на одиночные повысит безопасность движения при производстве поездной и маневровой работы.

Разрабатываемый вариант переустройства сортировочной станции Гомель предусматривает удлинение путей парка «А», что позволит улучшить некоторые показатели и получить значительный экономический эффект:

- уменьшение простоя транзитного вагона с переработкой и без переработки;
- сокращение потребного парка локомотивов;
- ускорение оборота вагона, что снизит объем необходимого пополнения рабочего парка вагонов;

– увеличение процента использования пропускной и перерабатывающей способности;

– экономия времени работы грузовых поездных локомотивов и, следовательно, экономия эксплуатационных расходов (на оплату труда локомотивных бригад), дизельного топлива для тепловозов, электроэнергии для электровозов.

Экономическая эффективность от реализации проекта по переустройству станций состоит в экономии расходов от замены перекрестных стрелочных переводов и от совершенствования технологии эксплуатационной работы станции за счет сокращения: продолжительности использования поездного локомотива для маневровой работы; непроизводительного пробега горочного маневрового локомотива; простоя вагонов в ожидании расформирования состава поезда.

Литература

1. Экономика железнодорожного транспорта : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / под ред. Н. П. Терешинной, Б. М. Лapidуса, М. Ф. Трихункова. – М. : УМК МПС России, 2001. – 600 с.
2. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 2004 г. – 543 с.
3. Бугаев, В. П. Инновации, инвестиции, эффективность : пособие для студентов экон. специальностей / В. П. Бугаев, Е. В. Бугаева. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 139 с.
4. Савченко, И. Е. Железнодорожные станции и узлы : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страковский ; под ред. В. М. Акулиничева, Н. Н. Шабалина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 2008. – 479 с.

Секция VII ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. Г. Аксенчик

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

Научный руководитель Т. Г. Фильчук

В настоящее время вопросы обеспечения условий экономического роста предприятия выходят на первый план. На экономический рост предприятия может оказывать влияние общеэкономическая ситуация в мире в целом и в государстве в частности. Экономическая ситуация в государстве, кроме ряда прочих факторов, находится в зависимости от способности соответствующих государственных органов обеспечить как экономическую безопасность государства, так и хозяйствующих субъектов – предприятий. В то же время хозяйствующие субъекты, регионы страны, предприятия различных отраслей экономики должны прилагать собственные усилия для обеспечения своей экономической безопасности.

Существует множество определений термина «экономическая безопасность». Примеры определения экономической безопасности представлены в табл. 1.

Таблица 1

Примеры определений термина «экономическая безопасность предприятия»

Определения	Автор, ссылка
Экономическая безопасность предприятия – это состояние наиболее эффективного использования корпоративных ресурсов для предотвращения угроз и для обеспечения стабильного функционирования предприятия в настоящее время и в будущем	Е. Л. Олейников [6]
Экономическая безопасность предприятия (фирмы) – это такое состояние данного хозяйственного субъекта, при котором жизненно важные компоненты структуры и деятельности предприятия характеризуются высокой степенью защищенности от нежелательных изменений	А. М. Клейнер [8]
Экономическая безопасность промышленного предприятия – это непрерывный процесс обеспечения на промышленном предприятии, находящемся в определенном внешнем окружении, стабильности его функционирования, финансового равновесия и регулярного извлечения прибыли, а также возможности выполнения поставленных целей и задач, способности его к дальнейшему развитию и совершенствованию на различных стадиях жизненного цикла предприятия и в процессе изменения конкурентных рыночных стратегий	К. С. Половнев [7]

Функциональные составляющие экономической безопасности предприятия – это совокупность основных направлений его экономической безопасности, существенно

отличающихся друг от друга по своему содержанию. Выделяют следующие составляющие (компоненты, сферы) экономической безопасности предприятия (табл. 2).

Таблица 2

Примеры составляющих экономической безопасности предприятия

Компоненты	Автор, ссылка
Финансовая, интеллектуальная и кадровая, технико-технологическая, политико-правовая, экологическая, информационная, силовая	Л. П. Гончаренко [3]
Техногенная, экологическая, информационная, психологическая, физическая, научно-техническая, пожарная	Д. В. Ермолаев [4]
Защита коммерческой тайны и конфиденциальной информации, компьютерная, внутренняя, безопасность зданий и сооружений, физическая, техническая, безопасность связи, безопасность хозяйственно-договорной деятельности, безопасность перевозок грузов и лиц, безопасность рекламных, культурных, массовых мероприятий, деловых встреч и переговоров, противопожарная, экологическая, радиационно-химическая, конкурентная разведка, информационно аналитическая работа, пропагандистское обеспечение, социально-психологическая, предупредительно-профилактическая работа среди персонала и его обучение по вопросам экономической безопасности, экспертная проверка механизма системы безопасности	В. С. Гусев [1]

Таким образом, все составляющие экономической безопасности глубоко связаны с процессом производства и оказывают на него огромное влияние, но в то же время во многом зависят от факторов, исходящих от общества и государства, что придает проблеме экономической безопасности особое значение.

Одним из наименее изученных, но вместе с тем имеющих практическую значимость и ценность является вопрос оценки экономической безопасности субъектов хозяйствования. Именно результаты оценки ложатся в основу выработки мер управленческих воздействий по стабилизации деятельности субъекта хозяйствования. И очевидно, что чем достовернее и своевременнее будет оценка экономической безопасности, тем более обоснованными и действенными будут меры по ее обеспечению.

Н. Б. Голованова выделяет следующие подходы к оценке экономической безопасности: системный, функциональный, процессный, ресурсный, причинный (каузальный) [2].

Системный подход основан на понимании экономической безопасности субъекта хозяйствования как такого его состояния, при котором использование ресурсов эффективно и обеспечивает устойчивое функционирование хозяйствующего субъекта в настоящем и будущем. При этом состояние рассматривается как совокупность параметров, характеризующих его функционирование.

В основе функционального подхода лежит понимание экономической безопасности как совокупности внутренних условий и факторов, создающих опасность жизненно важным интересам субъекта хозяйствования. Возможность формирования функционального подхода связана с тем, что безопасность является комплексным понятием, в рамках которого могут быть выделены функциональные направления, каждое из которых отражает определенную сторону функционирования системы: производственная, информационная, финансовая, технологическая, социальная и другая безопасность.

Процессный подход к оценке экономической безопасности предполагает характеристику процесса обеспечения безопасности и опирается на понимание экономической

безопасности как непрерывного процесса обеспечения на предприятии, находящемся в определенном внешнем окружении и подверженном внутренним изменениям, стабильности его функционирования и созданию возможностей для его развития.

Ресурсный подход: предприятие использует определенную совокупность ресурсов, а значит, и экономическую безопасность необходимо формировать исходя из возможной угрозы каждому из видов ресурсов предприятия. При таком подходе к составляющим экономической безопасности предприятия относят следующие: безопасность капитала; безопасность персонала; безопасность технологии и информации; безопасность техники и оборудования; безопасность прав и т. п.

Основой причинного (каузального) подхода является понимание экономической безопасности как совокупности внешних условий и факторов, создающих опасность для функционирования хозяйствующего субъекта и реализации организационных интересов [2].

Оценку состояния и проблемы обеспечения экономической безопасности субъектов хозяйствования Республики Беларусь можно провести с использованием элементов функционального подхода. Исходной информацией послужили статистические данные, их набор позволил выделить определенный перечень составляющих (с соответствующими показателями), формирующих экономическую безопасность предприятия (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели оценки экономической безопасности организаций
Республики Беларусь за 2010–2014 гг. [5]**

Составляющие/показатели экономической безопасности предприятия	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
<i>Финансовая составляющая:</i>					
Чистая прибыль (убыток), млрд р.	13607,3	39671,0	70926,2	40849,9	43360,6
Рентабельность продаж, %	6,0	10,4	9,6	6,6	7,0
Коэффициент текущей ликвидности	1,67	1,53	1,33	1,24	1,14
<i>Интеллектуальная и кадровая:</i>					
Занятое население, тыс. чел.	–	4612,1	4578,4	4550,5	4493,7
Среднемесячная заработная плата, тыс. р.	–	3676,1	5061,4	6052,4	6718,7
<i>Технико-технологическая:</i>					
Инвестиции в ОС, млн р.	55380,8	98664,9	154442	209575	225659
Ввод в эксплуатацию ОС, млн р.	–	75811,3	136612,8	159807,2	206419,5
<i>Экологическая:</i>					
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т	1319	1315	1389	1374	1344

Из данных табл. 3 видно, что каждой составляющей экономической безопасности в той или иной мере присущи негативные тенденции. Особенно это актуально для финансовой составляющей: чистая прибыль в 2013 г. снизилась почти в два раза, при этом в 2014 г. она стала расти, но очень низкими темпами, показатель рентабельности продаж имеет низкое значение, при этом устойчивая тенденция к его рос-

ту отсутствует, коэффициент текущей ликвидности после 2011 г. вышел за пределы нормативных значений (стал ниже 1,5), что свидетельствует о наличии трудностей в покрытии текущих обязательств, обслуживании кредиторской задолженности. Для кадровой составляющей характерно снижение численности занятого населения, средняя заработная плата хотя и увеличивается на протяжении всего анализируемого периода, но темпы ее роста очень низкие, особенно в 2013 и 2014 гг. Экологическая составляющая также имеет некоторые негативные тенденции: количество загрязняющих веществ, отходящих в атмосферный воздух, постоянно растет, при этом выбросы загрязняющих веществ в атмосферу снижаются, но очень низкими темпами.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о достаточно низком уровне экономической безопасности отечественных субъектов хозяйствования, наличии ряда проблем, не позволяющих в ближайшее время достичь оптимального уровня экономической безопасности.

Литература

1. Гусев, В. С. Экономика и организация безопасности хозяйствующих субъектов / В. С. Гусев. – СПб. : ИД «Очарованный странник», 2010. – 452 с.
2. Голованова, Н. Б. Формирование подходов к оценке экономической безопасности субъекта хозяйствования / Н. Б. Голованова. – Режим доступа: <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2014-32-2/54.pdf>. – Дата доступа: 22.02.2016.
3. Гончаренко, Л. П. Процесс обеспечения экономической безопасности предприятия / Л. П. Гончаренко // Справочник экономиста. – 2004. – № 12.
4. Ермолаев, Д. В. Составляющие экономической безопасности предприятия / Д. В. Ермолаев. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/.../sostavlyayushchie-ekonomicheskoy-bezopasnos>. – Дата доступа: 22.02.2016.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 06.03.2016.
6. Основы экономической безопасности (Государство, регион, предприятие, личность) / под ред. Е. Л. Олейникова. – М. : Интел-Синтез, 1997. – 202 с.
7. Половнев, К. С. Механизм обеспечения экономической безопасности промышленного предприятия : автореф. дис. ... канд. экон. наук / К. С. Половнев. – Екатеринбург, 2002. – 34 с.
8. Стратегии бизнеса : справочник / под ред. Г. Б. Клейнера. – М. : КОНСЭКО, 1998. – 288 с.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ АУКЦИОНОВ В МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Г. Заяц

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель В. В. Савченко

В соответствии с законодательством аукцион определяется как способ продажи с публичных торгов земельного участка в частную собственность граждан Республики Беларусь, негосударственных юридических лиц Республики Беларусь либо права заключения договора аренды земельного участка, в том числе с расположенным на нем недвижимым имуществом. Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 земельные участки предоставляются в установленном порядке по результатам аукционов:

– на право заключения договоров аренды земельных участков – в аренду гражданам, индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам;

– с условиями на право проектирования и строительства капитальных строений (зданий, сооружений) – в аренду индивидуальным предпринимателям и юридиче-

ским лицам либо в частную собственность негосударственным юридическим лицам Республики Беларусь;

– по продаже земельных участков в частную собственность – в частную собственность граждан Республики Беларусь и негосударственных юридических лиц Республики Беларусь [2].

Целью исследования является анализ организации и проведения земельных аукционов в Минской области. Исходными данными для исследования послужили материалы государственной статистической отчетности, сведения о результатах кадастровой оценки земель населенных пунктов Минской области, нормативные правовые акты.

Впервые организация и проведение земельных аукционов в республике были предусмотрены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 1997 г. № 1790 «Об утверждении Положения о проведении аукционов по продаже земельных участков для индивидуального жилищного строительства» и постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 декабря 2002 г. № 1764 «Об утверждении Положения о порядке организации и проведения аукционов на заключение договоров аренды земельных участков».

В настоящее время организация и проведение земельных аукционов регулируются Кодексом Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3, Указом Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков», Указом Президента Республики Беларусь от 5 мая 2009 г. № 232 «О некоторых вопросах проведения аукционов (конкурсов)», постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26 марта 2008 г. № 462 «О некоторых мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667», другими нормативными правовыми актами.

Анализируя предоставление в Минской области земельных участков в частную собственность граждан посредством организации и проведения земельных аукционов в течение 2000–2013 гг., следует отметить, что наибольшее количество аукционов по продаже земельных участков в частную собственность было проведено в 2013 г. – 293 аукциона, однако по их результатам было продано на 28 земельных участках меньше для строительства и обслуживания жилого дома, чем в 2012 г. (1094 участка). В табл. 1 представлены данные о проведенных аукционах по продаже земельных участков в частную собственность в Минской области.

Таблица 1

**Динамика проведения аукционов по продаже земельных участков
в частную собственность в Минской области**

Год проведения	Количество аукционов	Количество земельных участков	Площадь земельных участков, га	Начальная стоимость земельных участков (USD)	Конечная цена земельных участков (USD)
2000	1	2	0,28	–	11 484
2002	2	17	1,76	–	92 592
2003	15	35	5,04	–	175 433
2004	16	30	4,05	–	175 236

Окончание табл. 1

Год проведения	Количество аукционов	Количество земельных участков	Площадь земельных участков, га	Начальная стоимость земельных участков (USD)	Конечная цена земельных участков (USD)
2005	13	14	1,59	–	29415
2006	19	48	6,11	–	175152
2007	39	58	8,47	–	467009
2008	149	504	85,86	1206283	4620427
2009	148	559	97,99	1344000	4043787
2010	107	532	88,80	3081757	5829133
2011	196	773	123,67	5724449	13488490
2012	273	1094	167,69	5892747	11216864
2013	293	1066	159,34	7343922	11202795

В табл. 2 содержится информация о проведенных аукционах на право заключения договоров аренды земельных участков. Первые аукционы данного вида стали проводиться на территории области лишь в 2003 г. Наибольшее количество аукционов на право заключения договоров аренды земельных участков было проведено в 2012 г. – 91 аукцион, по результатам которых было заключено 177 договоров аренды земельных участков общей площадью 30,95 га.

Таблица 2

Динамика проведения аукционов на право заключения договоров аренды земельных участков в Минской области

Год проведения	Количество аукционов	Количество договоров	Площадь земельного участка, га	Суммарная стартовая цена (USD)	Суммарная конечная цена (USD)
2003	7	15	0,813	–	61432
2004	7	14	0,857	–	114297
2005	8	17	0,871	–	197973
2006	4	4	1,51	–	230158
2007	25	32	4,4287	–	389331
2008	74	156	154,45	7873447	16855748
2009	65	145	68,54	1256714	3717435
2010	53	109	24,51	1112317	1713837
2011	75	141	28,93	1978743	3911923
2012	91	177	30,95	1141984	2536530
2013	85	164	49,84	5072899	8708615

Таким образом, до 2008 г. организация и проведение земельных аукционов в Минской области носили единичный характер, поскольку до 1 января 2008 г. аукционный порядок предоставления земельных участков не был обязательным при пре-

доставлении земельных участков в частную собственность либо аренду и применялся на усмотрение местных исполкомов.

Положение серьезно изменилось в связи с вступлением в силу Указа Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков». Так, на территории Минской области в 2008 г. почти в 9 раз по сравнению с 2007 г. возросло количество земельных участков, предоставленных в частную собственность по результатам аукционов (с 58 в 2007 г. до 504 в 2008 г.), а количество заключенных по результатам аукционов договоров аренды земельных участков увеличилось в 5 раз (с 32 в 2007 г. до 156 в 2008 г.).

Согласно данным 2013 г. наибольшее количество аукционов было проведено в Смолевичском районе – 49 аукционов. Из них состоялось 48 аукционов по продаже земельных участков в частную собственность граждан (общая площадь проданных земельных участков – 19,5656 га), а также один аукцион на право заключения договоров аренды земельных участков, в результате которого было заключено два договора (общая площадь земельных участков – 0,3383 га). На втором месте в области по общему количеству проведенных в 2013 г. аукционов находится Логойский район – 45 аукционов по продаже земельных участков в частную собственность. При этом общая площадь проданных земельных участков составила 20,8352 га. Наиболее низкие показатели проведения земельных аукционов отмечены в Любанском и Стародорожском районах, где было проведено соответственно два и один аукцион на право заключения договора аренды земельных участков. Это обусловлено, в первую очередь, уровнем социально-экономического развития регионов и, следовательно, спросом на земельные участки.

Наибольшее количество земельных участков было предоставлено по результатам аукционов на территории Минского, Дзержинского, Логойского и Смолевичского районов – 421, 164, 131 и 121 участок соответственно. При этом существенно преобладает возникшее по результатам аукционов право частной собственности на землю.

Следует отметить, что в большинстве районов области имел место спрос на выставляемые на аукцион земельные участки. В целом по области на протяжении всего исследуемого периода времени превышение цены продаж над стартовой стоимостью не опускалось ниже полутора раз. В 2013 г. наибольшие денежные поступления от двух видов земельных аукционов имели место в Минском районе и составили около 13 млн долл. Таким образом, можно говорить о том, что земельный аукцион является одним из экономически эффективных и целесообразных способов предоставления земельных участков и возникновения прав на них. Причем в республике уже накоплен достаточный опыт по организации и проведению земельных аукционов.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что для Минской области характерна положительная динамика организации и проведения земельных аукционов. Рост количества участков, проданных на аукционах в частную собственность, и увеличение количества заключенных по результатам торгов договоров аренды земельных участков объясняется как увеличением активности местных исполнительных и распорядительных органов в данном направлении, так и развитием нормативной правовой базы относительно вопросов организации и проведения земельных аукционов. С принятием Указа Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков», который вступил в силу с 1 января 2008 г., установлены новые подходы к предоставлению земельных участков на территории республики, а также усовершенствованы земельные отношения с целью ликвидации предпосылок, способствующих развитию скрытого рынка земельных участков.

Литература

1. Об изъятии и предоставлении земельных участков : указ Президента Респ. Беларусь от 27 дек. 2007 г. № 667 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

**БИЗНЕС-МОДЕЛЬ МОЛОДЕЖНОГО БИЗНЕС-ИНКУБАТОРА
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

О. Н. Згурская

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

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

В настоящее время развитию инновационных процессов в стране уделяется пристальное внимание как со стороны республиканских государственных органов управления, так и региональными властями, руководителями предприятий и организаций, обсуждается в научных трудах, находит отражение в нормативно-правовых актах Республики Беларусь. Актуальность активизации инновационной деятельности в стране объясняется мировыми тенденциями перехода развитых стран мира от постиндустриального общества к обществу, построенному на знаниях.

Высшая школа в числе других государственных институтов одной из первых оценила современные тенденции развития инновационных процессов, их роль и значение в реформировании экономики, разработке новых прорывных технологий, создании конкурентоспособной наукоемкой продукции. Главная задача, стоящая перед вузовской наукой, – постоянная ориентация на разработки сложной научно-технической продукции в соответствии с потребностями рынка, содействие формированию инновационного пути развития отечественной промышленности, активное участие вузов в реализации инновационных проектов в научно-технической сфере.

Наряду с традиционными для высших учебных заведений функциями – обучающей, исследовательской, профессиональной и воспитательной – у университетов появились инновационная и предпринимательская.

Создание потребительской ценности, как правило, основано на инновациях. Инновации – это залог лидерства, поскольку они обеспечивают конкурентные преимущества предприятия. Это не только наукоемкое изобретение, продукт, прибор, устройство, но и особого рода управленческий проект, так как помимо разработки важнейшим аспектом является эффективное применение инноваций и управление ими.

Основопологающим документом, регулирующим научно-техническую и инновационную деятельность вузовского сектора науки, является Концепция развития научно-инновационной деятельности в системе Министерства образования Республики Беларусь на 2016–2020 гг.

В свою очередь, субъектами инновационной инфраструктуры, которые призваны координировать работу участников инновационной деятельности, согласно Концепции инновационной политики Республики Беларусь являются:

- научно-технические (технологические) парки;
- инновационные центры;
- центры трансфера технологий;
- бизнес-инкубаторы.

Наиболее подробно хотелось бы обозначить значимость бизнес-инкубаторов как субъектов инновационной структуры университетов.

Что же такое бизнес-инкубатор и что он собой представляет?

Бизнес-инкубатор – это реальный источник поддержки талантливых студентов, начинающих предпринимателей, которые хотят, но не имеют возможности начать свое дело, и оказания им помощи в создании жизнеспособных коммерчески выгодных продуктов и эффективных производств на базе их идей.

Главная особенность студенческих бизнес-инкубаторов – размещение и нахождение в собственности университетов.

Инкубатор в свою очередь:

- окажет помощь инициаторам студенческих бизнес-проектов в стратегическом анализе бизнес-идеи;
- проконсультирует по подготовке бизнес-плана и оценит его;
- окажет информационное содействие в поиске и привлечении финансовых ресурсов;
- предоставит маркетинговое сопровождение вашего нового бизнеса;
- предоставит помещение на период становления субъектов малого бизнеса.

Для внедрения и функционирования инновационной деятельности, а также ведения бизнеса на начальных этапах развития, в стенах технического университета, требуется технико-экономическое обоснование. Традиционно используется бизнес-план, но в настоящее время существует такой инструмент как бизнес-модель.

На сегодняшний день на бизнес-моделях строится современный бизнес. И правильно составленная бизнес-модель является основополагающим фактором успеха современного бизнеса.

Существует множество подходов к определению понятия «бизнес-модель». Обобщенно бизнес-модель – это схематичное устройство описания бизнеса организации как способ создания выгод как для потребителя, так и для организации. Бизнес-модель может быть представлена в виде схемы, рисунка, объемной модели, выполненной по тем или иным правилам. Самое главное – понятность и применимость. Корректное описание бизнес-модели обеспечивает полноту осознания и восприятия бизнеса, что представляет собой основу для создания эффективной программы преобразований, разработки управленческих мероприятий.

Подход к построению бизнес-модели по методике Александра Остервальдера является одним из наиболее простых, удобных и понятных для работы. Необходимо отметить, что бизнес-модель универсальна, так как ее можно постоянно изменять в зависимости от возникших идей, тестировать и отслеживать изменения на систематической основе.

Business Model Canvas придумал Александр Остервальдер, а Ash Maurya адаптировал эту схему для стартапов и назвал Lean Canvas.

Эти схемы, на первый взгляд, очень похожи – они обе визуальные и предназначены для работы над проектами, однако у них есть ряд существенных отличий. В то время как Business Model Canvas работает и для стартапов, и для бизнеса, Lean Canvas предназначен для стартапов и сосредоточен на предпринимателе.

Описание бизнес-модели в виде Business Model Canvas или Lean Canvas можно делать на любом этапе создания бизнеса – от момента возникновения идеи до конечного этапа.

Подход Lean Canvas, разработанный Ash Maurya, был использован для проектирования бизнес-моделей молодежного бизнес-инкубатора, планируемого к созданию в ГГТУ им. П. О. Сухого.

Почему для разработки проекта использовалось именно моделирование, а не бизнес-план?

Бизнес-моделирование наиболее удобно и универсально, чем построение бизнес-плана. Основными преимуществами бизнес-модели являются:

- четко видна предпринимательская идея;
- наличие множества обучающих видеофайлов в сети;
- ясно и четко проработана маркетинговая идея.

В свою очередь, преимущества бизнес-плана:

- следование всем пунктам плана позволяет легко оценить знания и усилия студента;
- наличие финансового анализа;
- необходимый навык для привлечения инвестиций.

Также имеются и недостатки в использовании бизнес-модели, но они весьма незначительны и представляют собой сложности в оценке и обосновании проекта, а также часто бывает, что упускается значимость финансового анализа. Недостатками же бизнес-плана является то, что за множеством текста теряется суть проекта, проработанный бизнес-план не означает успех предприятия или организации. Либо же план может представлять собой «нарезки» из Интернета.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что бизнес-модель является подходящим и необходимым первоначальным инновационным инструментом в организации молодежного бизнес-инкубатора в стенах университета.

Бизнес-модель служит для описания основных принципов создания, развития и успешной работы инкубатора и представляет собой 9 структурных блоков. Модель представлена на рис. 1.

Lean Canvas (по-русски)

<p>ПРОБЛЕМА <i>Перечислите 3 главных проблемы.</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">2</p> <p>СУЩЕСТВУЮЩИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ <i>Как решается проблема(ы) сейчас?</i></p>	<p>РЕШЕНИЕ <i>Опишите возможные решения для каждой из проблем (3 ключевых фичи).</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">4</p> <p>КЛЮЧЕВЫЕ МЕТРИКИ <i>(Привлечение) Acquisition (Активация) Activation (удержание) Retention (доход) Revenue (Рекомендация) Referral</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">8</p>	<p>УНИКАЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ <i>Одним предложением опишите, чем вы отличаетесь, и почему на вас вообще стоит обратить внимание.</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">3</p>	<p>НЕРЫНОЧНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО <i>Не может быть легко скопировано или куплено (ваш супер секретный соус).</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">9</p> <p>КАНАЛЫ <i>Как клиент о вас узнает (путь до клиента).</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">5</p>	<p>СЕКМЕНТЫ КЛИЕНТОВ (ПОТРЕБИТЕЛЕЙ) <i>Перечислите ваших целевой клиент/потребителей и поставателей.</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">1</p> <p>РАННИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛИ <i>Опишите вашего идеального клиента/потребителя</i></p>
<p>СТРУКТУРА РАСХОДОВ <i>Статья расходов Стоимость привлечения Клиента (CAC) Расходы на персонал и пр.</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">7</p>		<p>ПОТОКИ ВЫРУЧКИ <i>Как вы делаете деньги Жизненная ценность клиента (LTV) Выручка Маржинальность</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">6</p>		

Lean Canvas создан Ash Maurya @ Spark59 (www.leancanvas.com). Адаптация Business Model Canvas от Alex Osterwalder (www.businessmodelgeneration). Перевод и адаптация на русский – Илья Коралев

Рис. 1. Шаблон бизнес-модели Ash Maurya

Проектирование бизнес-моделей молодежного бизнес-инкубатора университета осуществлялось на базе облачного приложения (<https://app.leanstack.com>), разработанного Ash Maurya.

В соответствии с концепцией создания молодежного бизнес-инкубатора университета потребителями услуг инкубатора будут внутренние (инновационно-активные студенты, магистранты, аспиранты и молодые ученые) и внешние потребители. В связи с этим проектировались две бизнес-модели – для внутренних и внешних потребителей.

Проведенный анализ литературы по бизнес-моделированию, облачная технология разработки бизнес-моделей и опыт, полученный при разработке бизнес-моделей молодежного бизнес-инкубатора, показали, что использование подхода Business Model Canvas (шаблона бизнес-модели) является эффективным инструментом для обоснования StartUp-проектов.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕРЕЖЛИВОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. И. Козлова, К. Клейнауските

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

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Бережливое производство – концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Отцом-основателем бережливого производства считается Тайити Оно (1912–1990), начавший работу в ToyotaMotorCorporation в 1943 г., привнеся в компанию лучший мировой опыт. В середине 1950-х гг. он разработал и внедрил систему ToyotaProductionSystem (TPS), которая в западной интерпретации стала известна как LeanProduction, LeanManufacturing или просто Lean.

Бережливое производство позволяет снизить потери от неэффективного использования разного рода ресурсов – людских, финансовых, материальных. Ключевая идея бережливого производства заключается в разделении деятельности предприятия на две категории: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и операции и процессы, не добавляющие ценности (потери). При этом объектом управления становится поток создания ценности продукции/услуги, который необходимо выстроить и постоянно совершенствовать.

Рыночная конкуренция заставляет сельские хозяйства вести ожесточенную борьбу не только за потребителя, но и за дальнейшую стабилизацию и устойчивое развитие предприятий агропромышленного сектора экономики. Это связано с тем, что традиционные методы, используемые в АПК, страдают от множества потерь и неэффективности. Согласно исследованиям, в некоторых странах около 20 % сельскохозяйственной продукции приходит в негодность и не доходит до конечного потребителя, что подразумевает внедрение новых технологий, в том числе и менеджмента, направленных на внедрение новых подходов к ведению бизнеса и организацию более «бережного» производства продукции посредством использования инструментов, способствующих сокращению издержек производства и повышению качества самого менеджмента в данном секторе экономики.

Необходим решительный переход к инновационной, полезностно-затратной концепции хозяйствования в АПК, означающей переход от увеличения прибыли к политике снижения издержек производства и повышения качества и конкурентоспособности продукции, бережливости производства на основе приоритетного национального проекта «Ресурсообеспечение и ресурсосбережение в АПК».

Внедрение концепции Бережливого производства в АПК необходимо для определения ценностей, в наилучшей последовательности выстраивать действия, ее создающие, выполнять работу без лишних перерывов и делать ее все более и более эффективна. Бережливое производство называется бережливым, потому что позволяет делать все больше, а затрачивать при этом меньше – меньше человеческих усилий, меньше оборудования, времени и производственных площадей, – в то же время приближаясь к тому, чтобы предоставить потребителю именно то, чего он желает.

Основная проблема внедрения бережливого производства на отечественных предприятиях заключается в неумении видеть, признавать и решать проблемы. Сложившаяся практика «тушения пожаров» заключается, прежде всего, в устранении следствий, а не причин возникновения проблем.

Проблемы внедрения бережливого производства в агропромышленном комплексе: недостаток специалистов, понимающих принципы Бережливого производства и способных проводить его внедрение на предприятиях; в университетах не ведется целенаправленная подготовка специалистов; отсутствие мотивации у работников предприятий; непонимание концепции Бережливого производства руководителями предприятий [1].

Внедрение идеологии Бережливого производства предполагает вовлечение всех сотрудников агропромышленного предприятия, начиная с топ-менеджмента и заканчивая рядовыми исполнителями, через реализацию следующих мероприятий: установить четкие стратегические цели по достижению запланированных результатов по целевым программам; обеспечить понимание работниками предприятий АПК концепции «бережливое производство» через их обучение; разработать и принять к реализации эффективную систему мотивации, стимулирующую работников к разработке рационализаторских предложений [2].

На сегодняшний день Бережливое производство отвечает главному запросу со стороны всех видов деятельности – повышению эффективности при условии ограниченности всех видов ресурсов.

Бережливое производство подразумевает не просто краткосрочные меры по сокращению персонала, складских площадей и прочих затрат, а в первую очередь – оптимизацию бизнес-процессов с целью исключения избыточных функций и процедур, создающих дополнительную работу и, соответственно, издержки, но не создающих дополнительной стоимости [3].

Необходимо признать, что агропромышленная экономика отличается многолетним практическим пренебрежением решения проблемы качества в широком ее смысле, т. е. пренебрежительным отношением к тесно связанным категориям качества продукции и услуг, качества труда и выполняемых работ, качества условий труда, качества управления и организации производства, личностных качеств исполнителей (работников) и, наконец, качества жизни на селе. При этом качество сельской жизни пока не рассматривается как объект инновационно-инвестиционной политики [4].

В действующей системе управления экономикой АПК попросту нет системы экономических методов и факторов здорового, антиинфляционного развития аграрной сферы экономики, так как в ней содержится преимущественно набор внеэкономических, спекулятивных, инфляционных факторов увеличения прибыли. В этой

связи вместо действующей системы увеличения прибыли необходима новая система снижения издержек, повышение качества продукции, массового замещения ручного труда машинным. К сожалению, действующий хозяйственный механизм в АПК становится все более затратным.

Бережливое производство следует рассматривать не только как средство против потерь, отходов, но и как путь борьбы с длительным экономическим застоем. В условиях наступления «бережливой революции» и завоевания мира «философией бережливого производства» и «бережливого мышления» сама концепция бережливого производства постепенно трансформируется в концепцию бережливых предприятий. В этой связи представляется, что реализация концепции бережливости в отечественном агропромышленном производстве могла бы в перспективе также трансформироваться в бережливые агропромышленные формирования в единой цепи «сельскохозяйственное производство – торговые сети – общественное питание». Расширение количества бережливых предприятий в рамках агропромышленных кластеров может стать основой создания бережливых регионов, бережливых сельских территорий и сел.

Литература

1. Бережливое производство. Проблемы внедрения // Журнал «ЮНИДО в России». – 2016. – Режим доступа: http://www.unido-russia.ru/archive/num6/art6_14/. – Дата доступа: 10.03.2016.
2. Бережливое производство в агропромышленном комплексе // Экономические науки. – 2016. – Режим доступа: http://www.unido-russia.ru/archive/num6/art6_14/. – Дата доступа: 18.02.2016.
3. Бережливое производство. – 2016. – Режим доступа: <http://www.edu.gstu.by/mod/folder/view.php?id=33405>. – Дата доступа: 10.03.2016.
4. Категории бережливости, качества и без дефектности в системе управления инновационной деятельностью АПК. – 2016. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by/?url=http%3A%2F%2FCyberLeninka.ru%2Farticle%2Fn%2Fkategorii-berezhlivosti-kachestva-i-bezdefektnosti-v-sisteme-upravleniya-innovatsionnoy-deyatelnostyu-apk.pdf&name=kategorii-berezhlivosti-kachestva-i-bezdefektnosti-v-sisteme-upravleniya-innovatsionnoy-deyatelnostyu-apk.pdf&lang=ru&c=56e1ab348928>. – Дата доступа: 18.02.2016.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В ОАО «БЕЛЛАКТ»

Е. С. Криштофик

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

Научный руководитель М. И. Латушко

Одним из основных направлений развития национальной экономики Беларуси является замена импортных товаров отечественными и ориентация их на экспорт. Правительство Республики Беларусь уделяет большое внимание вопросу импортозамещения. Подтверждением этого является разрабатываемые государственные программы производства различной продукции, замещающей импорт [1, с. 123].

Участвовать в реализации таких программ имеет хорошую возможность и ОАО «Беллакт». Данное предприятие является единственным производителем традиционного детского питания в Республики Беларусь [2].

Предприятие обеспечивает белорусский рынок детским питанием и ориентирует свою продукцию на экспорт. Более 40 % выпускаемой продукции экспортируется. Основным целевым зарубежным рынком является рынок России (52 %). Также продукция экспортируется в Казахстан (12 %), Украину (22 %), Узбекистан, Монголию, Пакистан, Венесуэлу (9 %), Китай.

Особого конкурентного давления со стороны отечественных производителей детского питания предприятие не испытывает, однако существуют конкуренция от ведущих мировых производителей детского питания: Nestle, Friso, Semper, Hipp, Heinz и др.

В настоящее время ОАО «Беллакт» вышло за рамки промышленной цепочки, внутри которой оно действовало, и приступило к производству жидкого и пастообразного детского питания. Актуальность принятого направления объясняется наличием неудовлетворенного спроса на рынке Республики Беларусь в данном виде продукции. Более того, эту продукцию предприятия можно назвать импортозамещающей, поскольку она способна заменить на белорусском рынке импортные аналоги.

Налаженное производство, наличие собственной сильной производственной базы, удачное расположение складов, наличие транспорта, проверенных каналов сбыта, ремонтные мастерские и квалифицированный персонал позволяют производить высококачественный продукт европейского образца в широком ценовом диапазоне и с необходимым составом, рассчитанным на любого потребителя.

Ассортимент жидкого питания может включать в себя целую группу кисломолочных продуктов и адаптированных смесей, а также пастообразное детское питание:

- молоко для детского питания;
- кефир для детского питания;
- жидкие адаптированные смеси;
- творог и йогурты для детского питания.

В качестве примера рассмотрен процесс внедрения нового вида продукции — йогурта для детского питания с использованием сахарозаменителя и компонента витамина D. С использованием сахарозаменителя продукция станет востребованной и среди диабетиков, а благодаря витамину D, который нужен для предотвращения такого заболевания как рахит, дети, которые с рождения больны сахарным диабетом, также могут потреблять эту продукцию.

Проведенный анализ рынка детского питания свидетельствует о том, что деятельность ОАО «Беллакт» должна быть направлена на диверсификацию производства путем выпуска востребованной импортозамещающей продукции. Для удовлетворения потребностей конкретного покупателя необходима модернизация существующего оборудования, приобретение нового, а также развитие технологии производства.

В ОАО «Беллакт» имеются все основания и резервы, позволяющие организовать производство импортозамещающей продукции. Можно отметить, что на продукцию ОАО «Беллакт» существует устойчивый спрос как на отечественном рынке, так и на рынках ближнего и дальнего зарубежья. Положительное влияние на поддержание предприятием существующего спроса на продукцию на отечественном рынке оказывает поддержка со стороны государства, а также политическая стабильность. Также положительно можно оценить то, что предприятие ОАО «Беллакт» осуществляет сбыт продукции на основе прямых договоров с потребителями и через свои представительства в странах СНГ и дальнего зарубежья. Это открывает перед ОАО «Беллакт» новые возможности при расширении производства и выходе на российский рынок, а также на рынок стран СНГ.

Говоря о резервах, нельзя не учитывать, что в ОАО «Беллакт» имеется достаточно развитая собственная производственная и научно-техническая база, которая позволяет совершенствовать существующую продукцию и разрабатывать новую.

Производство и реализация нового вида продукции позволит:

- обеспечить увеличение объема производства продуктов детского питания на 69950 т;

– внедрение нового продукта даст возможность занять нишу на рынке среди диабетических продуктов;

– выпуск нового вида продукции способен будет заменить на белорусском рынке импортные аналоги;

– расширить ассортимент предприятия и увеличить объем выпускаемой продукции за счет освоения новых видов – жидкие и пастообразные молочные продукты для детского питания на 28750 т;

– обеспечить показатели качества и безопасности выпускаемого продукта, в соответствии с международными стандартами.

Расчеты показывают, что для производства жидких и пастообразных молочных продуктов для детского питания при дополнительных затратах на производство 102456 млн р., предприятие получит прибыль в размере 167890 млн р.

Подводя итог, следует отметить, что ОАО «Беллакт» не только имеет возможность производить импортозамещающую продукцию, но и активно работает, развивая производство такой продукции с учетом существующего спроса на нее. Для этого предприятие постоянно обновляет производственное оборудование и модернизирует существующее, а также совершенствует технологию производства. Происходит расширение существующего ассортимента в направлении развития импортозамещения.

Литература

1. Веснин, В. Р. Стратегическое управление : учеб. пособие / В. Р. Веснин В. В. Кафидов. – СПб. : Питер, 2011. – 256 с.
2. Сайт предприятия ОАО «Беллакт». – Режим доступа: <http://www.bellakt.com/>. – Дата доступа: 03.03.2016.

МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

В. К. Липская

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
Беларусь*

Научный руководитель А. С. Сайганов

Сельскохозяйственное машиностроение Республики Беларусь является ведущей отраслью, позволяющей обеспечивать продовольственную безопасность страны за счет поставок сельскому хозяйству необходимой техники, а также осуществлять приток валюты за счет ее частичной реализации за рубежом. На современном этапе, ввиду замедления роста мировой экономики в целом, сокращения платежеспособного спроса на товарных рынках, снижения мер государственного регулирования по стимулированию потребителей сельскохозяйственной техники и как результат – обострения конкуренции среди ее мировых производителей, вопросы повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов являются весьма актуальными и требуют разработки эффективного механизма.

Цель исследования – разработать действенный механизм повышения конкурентоспособности отечественных зерноуборочных комбайнов.

Проведенная оценка технико-экономических характеристик зерноуборочных комбайнов, выпускаемых отечественными производителями, и оценка их конкурентоспособности в сравнении с аналогами дальнего и ближнего зарубежья показали, что для повышения конкурентоспособности отечественных комбайнов как на рынке Республики Беларусь, так и на рынках Российской Федерации и Республики Казах-

стан усилия в первую очередь необходимо направлять на повышение их надежности. Другими критериями, значения которых целесообразно улучшать, являются: обслуживаемость; возможность повышения эффективности управления при наименьшем напряжении; эстетичность и прогрессивность [2]. Таким образом, предприятиям сельскохозяйственного машиностроения, осуществляющим выпуск зерноуборочных комбайнов, для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции следует вести работу в следующих направлениях:

- повышение качества зерноуборочных комбайнов на этапах разработки, постановки на производство, изготовлении и обеспечении правильной их эксплуатации;
- формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений;
- непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации.

Следовательно, актуальный в настоящее время механизм повышения конкурентоспособности отечественных зерноуборочных комбайнов заключается в реализации данных направлений, управляющих значениями критериев, на основании которых производится оценка конкурентоспособности посредством воздействия на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия.

Схематическое описание разработанного механизма приведено на рис. 1.

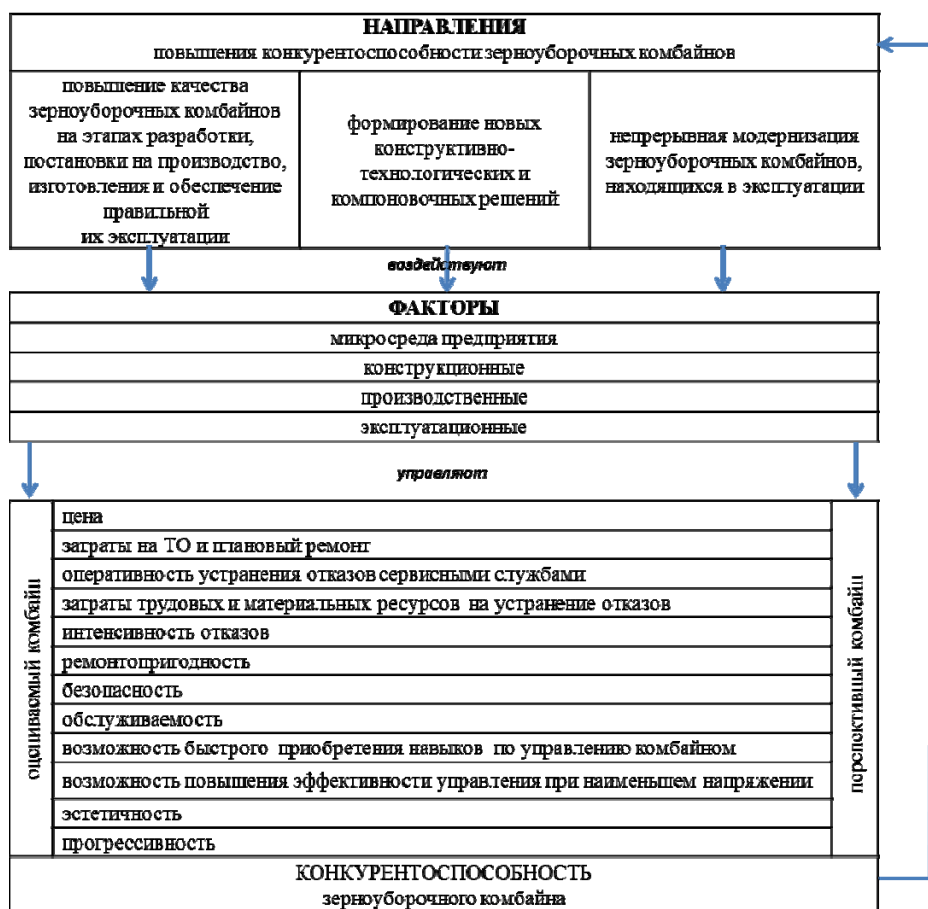


Рис. 1. Блок-схема механизма повышения конкурентоспособности отечественных зерноуборочных комбайнов [1]

Установлено, что рекомендации по повышению качества комбайнов на этапах разработки, постановки на производство, изготовления, а также обеспечение правильной их эксплуатации позволяют улучшать в первую очередь значение критерия «интенсивность отказов», который характеризует надежность машин. Они ориентированы на устранение причин возникновения отказов зерноуборочных комбайнов и включают: повышение качества технологических процессов изготовления машин (разработка пооперационных технологий, типизация технологических процессов, внедрение прогрессивных технологий, активный контроль качества в процессе производства); техническое перевооружение и реконструкцию производства; внедрение эффективных форм внутризаводской специализации; организацию поточного производства; разработку цикловых и оперативных графиков производства; ужесточение требований к поставщикам и повышение эффективности входного контроля сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий; повышение требований к качеству работы специалистов дилерских центров, в том числе к проводимому ими обучению механизаторов; проведение подконтрольной эксплуатации машин; усиление требований к механизаторам со стороны руководства хозяйств по выполнению регламентных работ (использование техники только по прямому назначению с соблюдением режимов, предусмотренных технической документацией; улучшение обслуживания комбайнов и проведение регламентных работ в предусмотренные сроки; повышение качества текущего и планово-предупредительного ремонтов комбайнов); использование многовариантного проектирования при разработке или совершенствовании машин (использование такого подхода к проектированию позволяет лучше увидеть особенности конструкции, посмотреть на нее с разных сторон, оценить преимущества и недостатки каждого варианта и выбрать наиболее оптимальный (рациональный) по производственной возможности, технологичности, качеству и другим характеристикам); обновление стендового оборудования для проведения качественных исследований и ускоренных ресурсных испытаний узлов и агрегатов, а также полнокомплектных машин; использование лучшего опыта конкурентов как основы для улучшения конструкций собственных машин; информирование потребителей о нововведениях и др.

Определено, что рекомендации по формированию новых конструктивно-технологических и компоновочных решений составных частей комбайнов позволяют улучшать значения критериев, по которым отечественные комбайны уступают зарубежным аналогам (надежность, обслуживаемость, возможность повышения эффективности управления при наименьшем напряжении, эстетичность, прогрессивность). Эти рекомендации тесно переплетаются с предложенными рекомендациями по повышению качества комбайнов на этапах разработки, постановки на производство, изготовления, а также обеспечение правильной их эксплуатации. Для поиска новых эффективных технических решений рекомендовано построение морфологических матриц рабочих органов зерноуборочных комбайнов. Например, нами построена морфологическая матрица функционально-конструктивных исполнений молотильно-сепарирующих устройств (МСУ), которая позволила не только описать известные конструкции МСУ серийных самоходных зерноуборочных комбайнов, в том числе производящихся в Республике Беларусь, но и формировать новые. Для возможности представления компонентов МСУ в матрице, используя минимальное количество символов, была разработана простая и удобная система обозначений. Кроме того, использование этой системы обозначений позволяет представлять любой тип МСУ в виде структурной формулы.

Выявлено, что рекомендации по непрерывной модернизации зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации, являются наиболее выгодными как для их

потребителей, так и производителей. Они дают возможность с минимальными затратами реализовывать в машинах мероприятия, улучшающие значения большей части критериев, на основании которых осуществляется оценка конкурентоспособности комбайнов. При этом появляется возможность не только продлевать срок эксплуатации машин, но и постоянно поддерживать их высокий технический уровень. Кроме того, они позволят сохранить производственный и кадровый потенциал у отечественных производителей зерноуборочных комбайнов в условиях сложившегося резкого сокращения платежеспособного спроса из-за процессов, происходящих в экономике основных стран экспорта.

Таким образом, предложенные практические рекомендации по повышению конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов, представленные в виде блок-схемы механизма повышения их конкурентоспособности, позволят улучшить значения критериев, по которым отечественные машины уступают зарубежным аналогам. В первую очередь они ориентированы на обеспечение роста привлекательности комбайнов для потребителей благодаря повышению их надежности. Реализация этих рекомендаций позволит сокращать количество отказов зерноуборочных комбайнов как минимум на 20 % в год и получать экономический эффект за счет экономии части денежных средств, ежегодно направляемых на устранение отказов.

Л и т е р а т у р а

1. Сайганов, А. С. Практические рекомендации по повышению конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов / А. С. Сайганов, В. К. Липская // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2016. – № 1. – С. 33–46.
2. Сайганов, А. С. Методика оценки конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов / А. С. Сайганов, В. К. Липская // Аграр. экономика. – 2015. – № 11. – С. 47–53.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК

О. И. Меркулова

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

Научный руководитель О. А. Полозова

Одним из важнейших факторов экономической безопасности страны является повышение уровня удовлетворения потребности в энергии за счет собственных энергоресурсов. Повышение энергетической самостоятельности государства должно осуществляться с учетом максимального вовлечения в топливный баланс местных топливно-энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии. С учетом проделанной работы по вовлечению в топливный баланс местных ТЭР их доля в котельно-печном топливе составила в 2015 г. 29,5 %. Данное обстоятельство ставит Республику Беларусь в положение зависимой страны от поставщиков ТЭР. При этом в последние годы наблюдается стабильный рост цен на импортируемые энергоресурсы.

В связи с этим использование возобновляемых источников энергии в различных отраслях экономики, в том числе и АПК, является альтернативой импорта невозобновляемых энергоресурсов.

Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 гг. одной из стратегических задач является увеличение доли местных ТЭР, в том числе возобновляемых энергоресурсов.

В настоящее время в Республике Беларусь получили развитие следующие виды ВИЭ: солнечная энергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика.

Применение солнечной энергии осуществляется по двум направлениям:

– преобразование солнечной энергии в тепловую и использование ее в нагревательных системах;

– системы непрямого и прямого преобразования в электрическую энергию.

Первое направление может быть использовано в качестве источника для горячего водоснабжения, отопления и прочих хозяйственно-бытовых нужд животноводческих ферм и комплексов.

Электрическая энергия, вырабатываемая фотоэлектрическими станциями, может быть использована для работы оборудования, сушки зерна, досушивания сена путем активного вентилирования, освещения территорий и зданий, видеонаблюдения и поддержки охранных систем.

Примером использования солнечной энергии в Республике Беларусь может служить солнечная электростанция, введенная в эксплуатацию в 2013 г. в деревне Рогозино Логойского района. Установленная мощность данной станции 70 кВт и состоит она из 280 солнечных батарей и трех инверторов. В настоящее время она является самой большой и обеспечивает электроснабжение двух молочно-товарных ферм на 400 голов, доильного блока и освещение территории в зимнее время, а в летний период излишки электроэнергии могут быть отпущены сторонним потребителям. Монтаж данного энергетического комплекса был произведен в течение месяца, капитальные вложения составили 1 млрд р. По расчетам специалистов окупаемость данного объекта составит 6 лет.

Следующим направлением использования возобновляемых источников энергии является энергия ветра. В связи с географическим расположением Республики Беларусь возможность использования ветроэнергетического потенциала составляет 1,5–2,5 %. К зонам, благоприятным для развития ветроэнергетики, со среднегодовой скоростью ветров выше 5–5,5 м/с, относится 20 % территории страны.

Всего на территории республики выявлено 2000 площадок, пригодных для размещения ВЭУ промышленного типа, общей мощностью около 1600 МВт.

Перспективным направлением использования энергии ветра в Республике Беларусь являются ветроэнергетические и ветронасосные установки малой мощности для автономного энергоснабжения ряда сельскохозяйственных объектов, удаленных от линий электропередач, газопроводов и других коммуникаций. Примером такой установки является ВЭУ-2000, разработанная на основе высоких технологий авиакосмической промышленности и способная автономно обеспечивать электроэнергией небольшие объекты даже в областях с низкими значениями средней скорости ветра. Емкость аккумуляторной батареи для подобных автономных установок выбирается из необходимости обеспечения энергоснабжения при отсутствии ветра в течение 2–3 суток.

Первые ВЭУ в Республике Беларусь были построены в 1999 и 2001 гг. на ветреной возвышенности в деревне Дружная (Мядельский район). Эти немецкие ветроустановки имеют мощности в 250 и 600 кВт. Они используются в качестве: резервного либо основного источника питания; для снабжения электрической энергией удаленных объектов; с целью улучшения качества электрической энергии; в случае нехватки электрических мощностей питающей линии.

Наиболее перспективным направлением использования ВИЭ в агропромышленном секторе являются биоэнергетика и биогазовые комплексы. Потенциал данного направления очень высок, так как в республике работают около сотни ферм крупного рогатого скота, более сотни свинокомплексов, 35 птицефабрик.

Переработка навозных стоков животноводческих ферм, комплексов и куриного помета птицефабрик по биогазовой технологии позволяет в Беларуси потенциально получать около 2,5 млрд м³ биогаза и вырабатывать на его основе около 5 млрд кВт · ч электрической энергии, а также 8,5 млн гкал тепловой энергии.

Энергопотенциал навозных стоков животноводческих комплексов и птицефабрик Республики Беларусь

Вид поголовья	Количество голов, тыс. голов	Годовой выход		Годовая выработка энергии		т у. т/год
		навоза, млн т	биогаза, млрд м ³	электрической, млн МВт·ч	тепловой, млн Гкал	
КРС	3532	64,5	2,16	4,33	7,45	2,49
Свиньи	2518	5,0	0,17	0,33	0,57	0,19
<i>Итого по республике</i>		71,1	2,5	5,0	8,5	2,86

При этом годовая потребность агропромышленного комплекса в электроэнергии составляет около 3,5 млрд кВт · ч. Для реализации такого потенциала суммарная установленная электрическая мощность биогазовых установок должна составлять около 625 МВт. С учетом замещения невозобновляемых источников энергии это обеспечивало бы ежегодную экономию в размере 2,9 млн т у. т./год.

Биогаз, полученный при переработке навозных стоков животноводческих ферм, комплексов и куриного помета птицефабрик, может идти на отопление животноводческих помещений, жилых домов, теплиц, на получение энергии для приготовления пищи, сушку сельскохозяйственных продуктов горячим воздухом, подогрев воды, выработку электроэнергии с помощью газовых генераторов.

Процессы анаэробной переработки отходов животноводства, птицеводства, растениеводства сопровождаются минерализацией азотосодержащих, фосфорсодержащих и калийсодержащих органических соединений с получением минеральных форм азота, фосфора и калия, наиболее доступных для растений, с полным уничтожением патогенной (болезнетворной) микрофлоры, яиц гельминтов и потерями всхожести семян сорняков. Таким образом, оставшаяся после переработки органическая масса представляет собой качественное, обеззараженное удобрение.

Кроме того, развитие биогазовых комплексов решает задачу утилизации отходов животноводства, птицеводства, растениеводства в АПК, снижая тем самым отрицательное влияние на экологию.

Первые проекты биогазовых установок получения тепловой и электрической энергии в Республике Беларусь были реализованы в селекционно-гибридном центре «Западный» в Брестском районе, в «Племптицевод Белорусский» (Минская область, Минский р-н, п/о Вишневка, д. Комсомolec) и на Гомельской птицефабрике.

В конце 2011 г. в СПК «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района Минской области была запущена биогазовая установка мощностью 2 МВт с использованием в качестве сырья отходов крупного рогатого скота и мясоубойного цеха. Биогазовый комплекс рассчитан на выработку 15 млн кВт · ч электроэнергии в год (годовое энергопотребление агрокомбината – 13 млн кВт · ч) и около 1,4 Гкал тепла за счет охлаждения газопоршневых машин.

Таким образом, наиболее перспективным направлением использования возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе Республики Беларусь является биоэнергетика, которая позволяет комплексно решать следующие задачи: энергетическую (замещение первичных невозобновляемых энергетических

ресурсов); экономическую (производство дешевой энергии и экологически чистых органических удобрений, повышение урожайности на 10–20 %, отсутствие платы за утилизацию отходов и др.); экологическую (уменьшение загрязнения почвы, грунтовых вод и воздушного бассейна, уменьшение патогенной вредной микрофлоры).

Литература

1. Пестис, В. К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве / В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьева. – Минск, 2007.
2. Бутько, А. А. Энергетическая оценка эксплуатации ВЭУ / А. А. Бутько, И. В. Левидский, В. А. Пашинский. – МГЭУ, 2015.
3. Стребков, Д. С. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства / Д. С. Стребков, А. А. Ковалева // Техника и оборудование для села. – 2006.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОГNETЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
НА БАЗЕ СТРУЙНО-НИШЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ**

Д. А. Никитенко, В. П. Феськова

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

Научный руководитель О. А. Полозова

Обострившиеся топливно-энергетический, а затем и экономический кризисы заставляют человечество задуматься о развитии энергетики с точки зрения энергоэффективности технических решений и экономической целесообразности их внедрения. Руководители теплогенерирующих компаний стоят перед непростым выбором: либо менять старое оборудование на новое (например, котлы НИИСТУ, ТВГ, ДКВР и др. с незаэкранированным подом на КВГМ, ДЕ, ПТВМ и т. д. с высокой степенью экранированности), либо переходить на электродкотлы, либо начать широкомасштабное внедрение возобновляемых источников энергии, являющимися альтернативными (тепловые насосы, энергия ветра, солнечные коллекторы, биомассы).

В этой связи важнейшую роль для развития экономики играют энергосберегающие технологии.

В настоящее время огнетехнические устройства (ОУ) (котлы, печи, сушила, камеры сгорания и т. д.), используются в различных сферах (ракетостроение, авиация, промышленность, отопление, горячее водоснабжение, сельское хозяйство и т. д.).

Одним из направлений совершенствования огнетехнических устройств является струйно-нишевая технология сжигания природного газа (СНТ) с управляемой структурой течения горючего и окислителя. Основана на равномерной раздаче газа в потоке воздуха без закрутки потока, с образованием устойчивой вихревой структуры включающей зоны циркуляции, обеспечивающей необходимое качество смесеобразования и надежную стабилизацию горения с самоохлаждением горелочного модуля и термической подготовкой топливной смеси. При этом объем образующихся вихрей на несколько порядков меньше, чем в традиционных горелочных устройствах, что существенно снижает их влияние на пульсации в топке, на эрозию амбразуры и других элементов огнетехнического объекта. Данная технология позволяет производить пуск и эксплуатацию при малых расходах природного газа, что существенно повышает безопасность эксплуатации. Все это позволяет на основе данной технологии сжигания оптимизировать сложную аэротермохимическую схему огнетехнического объекта.

Горелочное устройство СНТ работает при предельно малых коэффициентах избытка воздуха, что обеспечивает повышенное значение средней температуры про-

дуктов сгорания в топочном пространстве. В свою очередь, повышение средней температуры продуктов сгорания и равномерное температурное поле в топке, обусловленные оптимальным смесеобразованием, сопровождаются снижением неравномерности локальных тепловых потоков, что также повышает надежность работы огнетехнического объекта в целом и существенно увеличивает межремонтный период, а также улучшает качество выпускаемой продукции.

Высокий уровень безопасности работы (в т. ч. пуска) огнетехнических объектов при использовании СНТ обусловлен также возможностью плавного розжига и устойчивостью работы при расходе природного газа не более 5 % от номинального, а также широким диапазоном эффективного режима работы (от 10 % до номинальной мощности, т. е. $K_p > 10$).

СНТ позволяет переводить котельные агрегаты со среднего давления газа на низкое, что позволяет обеспечить отпуск тепла потребителю независимо от величины давления природного газа в магистрали. Следует отметить, что перевод котельных агрегатов средней и большой мощности со среднего давления природного газа на низкое при помощи струйно-нишевой технологии сжигания газа не имеет аналогов в мировой практике. Также происходит валовых выбросов оксидов азота.

В агропромышленном комплексе при работе зерносушилки, основанной на струйно-нишевой технологии сжигания, наблюдается снижение удельного расхода газа на 10 %, для снижения влажности на 1 %, за счет эффективного сжигания горючего.

По результатам испытаний котлы ДКВР, отработавшие по 20–40 лет и снизившие свои эколого-теплотехнические показатели, после модернизации на основе СНТ разжигаются при давлении газа 0,5–2 мм в. ст., устойчиво работают на нагрузках 5–10 % от номинальной, КПД в широком диапазоне 93–96 %. Котлы надежно работают в безвентиляторном режиме за счет разрежения в топке. При этом эмиссия оксидов азота снижается до 100 мг/м³. Так как Горелочное устройство СНТ прямоточного типа, то в топочном пространстве отсутствуют огромные вихри и соответственно наброс факела на экранные трубы, поэтому по согласованию с заводом-изготовителем убираются защитные стенки около боковых экранов, что улучшает термосостояние труб и уменьшит коррозионный износ стыков труб с коллекторами [2].

Технико-экономические показатели по модернизации котла ДЕ-10-14-225

Показатели	Количество	
	до модернизации	после модернизации
Часовой расход газа, м ³ /ч	687	639
Мощность дымососа, кВт	39	33
Годовая экономия газа, тыс. м ³ /год	–	420
Годовая экономия электроэнергии, тыс. кВт · ч/год	–	52
Годовая экономия ТЭР	–	494

Исходя из вышеизложенного, можно сделать выводы:

- применение горелочных устройств СНТ целесообразно;
- принимая низшие значения возможной экономичности объекта модернизация, проведенная на базе устройств, реализующих СНТ, позволяет в кратчайшие сроки (менее 1 года) окупить программу модернизации.

Литература

1. Абдулин, М. З. Технология сжигания – определяющий фактор эффективности огнетехнических объектов / М. З. Абдулин, Г. Р. Дворцин, А. М. Жученко // Энергоэффективность. – 2014. – № 2. – С. 40–43.
2. ПК «СПЕЦГАЗПРОМ». – 2011. – Режим доступа: <http://specgazprom.ru/catalog/0/3/27/>.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРУШЕНИЯ ПОРЯДКА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ТРЕБОВАНИЙ ПО ЕЕ ОХРАНЕ**

С. Ю. Пригожий, В. В. Якубовская

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель В. В. Савченко

Согласно ст. 89 Кодекса о земле землепользователи должны осуществлять в границах предоставленных им земельных участков следующие мероприятия по охране земель: благоустраивать и эффективно использовать земельные участки; сохранять плодородие почв и иные полезные свойства земель; защищать земли от водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания, засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами, химическими и радиоактивными веществами, иных вредных воздействий; предотвращать зарастание сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью и сорняками; сохранять торфяно-болотные почвы при использовании сельскохозяйственных земель, предотвращать процессы минерализации торфяников; проводить консервацию деградированных земель, если невозможно восстановить их исходное состояние; восстанавливать деградированные, в том числе рекультивировать нарушенные земли; снимать, сохранять и использовать плодородный слой земель при проведении работ, связанных с добычей полезных ископаемых и строительством [1].

В соответствии со ст. 1 Кодекса о земле под эффективным использованием земель понимается использование земель, приносящее экономический, социальный, экологический или иной полезный результат. При этом эффективное использование земель, как и охрана земель и улучшение их полезных свойств, являются одними из основных принципов земельных отношений (ст. 5 Кодекса о земле).

Согласно ст. 1 Закона Республики Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-З «О мелиорации земель» эрозия почвы – это процесс разрушения и переноса почв под воздействием воды, ветра и техногенных факторов [2]. По данным Национальной академии наук Беларуси, процессам водной и (или) ветровой эрозии почв подвержены более 500 тыс. га земель, что составляет более 5 % от площади сельскохозяйственных земель, дефляционно-опасными являются почвы на площади около 30 % пахотных земель. На подверженных эрозии землях ежегодные потери с каждого гектара пашни могут составлять 16–18 т твердой фазы, что превышает допустимый уровень (2 т/га). При этом урожайность сельскохозяйственных культур на эродированных землях снижается на 5–60 %.

Предотвращение зарастания сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью и сорняками должно осуществляться с соблюдением законодательства о защите растений. Согласно Закону Республики Беларусь от 25 декабря 2005 г. № 77-З «О защите растений» сорняки – это нежелательные растения, произрастающие в посевах и насаждениях культурных (сельскохозяйственных, декоративных) растений и наносящие им вред (замедление роста и снижение урожайности растений, ухудшение их качества, иное вредное воздействие), а также спо-

способствующие распространению вредных организмов [3]. При этом перечень особо опасных сорняков утвержден постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 22 августа 2006 г. № 48 «Об установлении перечня особо опасных вредителей, болезней растений и сорняков».

Сохранению торфяно-болотных почв при использовании сельскохозяйственных земель, предотвращению процессов минерализации торфяников посвящена ст. 21 Закона Республики Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-З «О мелиорации земель», согласно которой в целях предотвращения интенсивной минерализации органического вещества и проявления эрозионных процессов сельскохозяйственные земли с торфяно-глеевыми и торфянисто-глеевыми почвами с мощностью торфа менее 0,5 м в осушенном состоянии используются под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования. Сельскохозяйственные земли с торфяно-болотными почвами с мощностью торфа в осушенном состоянии более 0,5 м используются в системе почвозащитных зернотравяных севооборотов, определенных проектами мелиорации земель [2].

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 29 апреля 2015 г. № 361 «О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы)» по результатам проведенных в 2000 г. обследований почв установлено, что на площади 258,8 тыс. га осушенных земель, или 7,6 %, торфяные почвы утратили свои генетические признаки и перешли в категорию антропогенно-преобразованных, из них 190,2 тыс. га, или 5,6 % осушенных земель, – в категорию деградированных торфяных почв. По предварительным данным к настоящему времени площадь деградированных земель с торфяными почвами увеличилась на 12 % [4].

Порядок консервации деградированных земель, если невозможно восстановить их исходное состояние, законодательством не определен. В то же время порядок восстановления нарушенных земель установлен Положением о рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геолого-разведочных, строительных и других работ, утвержденным приказом Государственного комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь от 25 апреля 1997 г. № 22 «О передаче субъектами хозяйствования рекультивированных земель землевладельцам и землепользователям» [5].

В зависимости от последующего целевого использования нарушенных земель выделяют следующие основные направления рекультивации:

– сельскохозяйственное – осуществление комплекса работ по приведению нарушенных земель в состояние, пригодное для использования под сельскохозяйственные земли (пахотные, луговые и др.);

– лесохозяйственное – подготовка нарушенных земель для создания лесонасаждений различного направления (противоэрозионных, водоохранных, лесопарковых и т. д.);

– рыбохозяйственное – создание на рекультивированных землях водоемов для рыборазведения;

– водохозяйственное – создание на рекультивированных землях водоемов различного назначения (противопожарных, для орошения, водопоя сельскохозяйственных животных и т. д.);

– рекреационное – создание на рекультивированных землях зон отдыха;

– природоохранное – подготовка поверхности нарушенных земель для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима;

– строительное – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного, гражданского и внутрихозяйственного строительства.

Виды использования рекультивированных земель определяются на стадии проектирования с учетом качественных характеристик нарушенных земель по техноген-

ному рельефу, горным породам или искусственным грунтам, образующим корнеобитаемый слой, и по характеру обводнения (увлажнения), с учетом географических и экономических условий зоны размещения нарушенных земель, технико-экономических и социальных факторов.

Приказом Государственного комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь от 24 мая 1999 г. № 01-4/78 было утверждено Положение о снятии, использовании и сохранении плодородного слоя почвы при производстве работ, связанных с нарушением земель, согласно которому снятие плодородного слоя почвы при производстве земляных работ производится на землях всех категорий. Целесообразность снятия плодородного слоя почвы устанавливается в зависимости от уровня плодородия почвенного покрова конкретного земельного участка, типов и подтипов почв и основных показателей свойств почв [6]. При снятии плодородного слоя почвы принимаются меры, исключающие ухудшение его качества (перемешивание с подстилающими породами, загрязнение маслами и топливом, другими загрязнителями).

Ответственность за нарушения порядка использования земли и требований по ее охране предусмотрена ч. 2 ст. 15.10 Кодекса об административных правонарушениях, согласно которой нарушение порядка снятия, использования и сохранения плодородного слоя почвы при проведении работ, связанных с нарушением земель, либо нарушение порядка консервации деградированных сельскохозяйственных земель, либо невыполнение обязательных мероприятий по защите земельного участка от водной, ветровой эрозии или других процессов разрушения, либо невыполнение иных требований по охране земель влекут наложение штрафа на граждан в размере до 20 базовых величин, на индивидуального предпринимателя – до 100 базовых величин, а на юридическое лицо – до 300 базовых величин [7]. При этом постановление о наложении административного взыскания выносится судом.

Кроме того, согласно ст. 60 Кодекса о земле при неосуществлении мероприятий по охране земель, указанных в ч. 1 ст. 89 указанного Кодекса, может иметь место принудительное изъятие земельного участка [1]. Решение о принудительном изъятии земельного участка за нарушение законодательства об охране и использовании земель принимается на основании материалов, свидетельствующих, что после получения письменного предписания от государственного органа, осуществляющего государственный контроль за использованием и охраной земель, землепользователь не принял мер к устранению в установленный срок допущенных нарушений законодательства.

Л и т е р а т у р а

1. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. О мелиорации земель : Закон Респ. Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-3 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
3. О защите растений : Закон Респ. Беларусь от 25 дек. 2005 г. № 77-3 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
4. О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы) : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 29 апр. 2015 г. № 361 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
5. О передаче субъектами хозяйствования рекультивированных земель землевладельцам и землепользователям : приказ Гос. ком. по земельным ресурсам, геодезии и картографии Респ. Беларусь от 25 апр. 1997 г. № 22 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
6. Об утверждении Положения о снятии, использовании и сохранении плодородного слоя почвы при производстве работ, связанных с нарушением земель : приказ Гос. ком. по зе-

мельным ресурсам, геодезии и картографии Респ. Беларусь от 24 мая 1999 г. № 01-4/78 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

7. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21 апреля 2003 г. № 194-3 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

ОСНОВЫ УЛУЧШЕНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

М. В. Тригуб

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель С. В. Гудков

Финансовое состояние представляет собой экономическую категорию, отражающую состояние капитала в процессе его кругооборота и способность субъекта хозяйствования к саморазвитию на фиксированный момент времени, т.е. возможность финансировать свою деятельность. В процессе операционной, инвестиционной и финансовой деятельности происходит непрерывный процесс кругооборота капитала, изменяются структура средств и источников их формирования, наличие и потребность в финансовых ресурсах и как следствие – финансовое состояние предприятия, внешним проявлением которого выступает платежеспособность.

Однако в финансовой, как и в любой другой деятельности, мы можем выделить ряд проблем. Проблемы и затруднения, возникающие в финансовом состоянии организации, имеют три основных проявления: 1) Дефицит денежных средств; низкая платежеспособность; 2) Недостаточная отдача на вложенный в предприятие капитал; 3) Низкая финансовая устойчивость [2].

Исходя из основных проявлений финансовой нестабильности мы выделяем две причины проблем и затруднений, возникающих в финансовом состоянии предприятия:

1. Отсутствие потенциальных возможностей сохранять приемлемый уровень финансового состояния (или низкие объемы получаемой прибыли). Проблемы с платежеспособностью, финансовой независимостью, рентабельностью имеют единые корни: либо предприятие имеет недостаточные результаты деятельности для сохранения приемлемого финансового положения либо предприятие нерационально распоряжается результатами деятельности. Выяснение того, какая из указанных причин привела к ухудшению финансового состояния предприятия, имеет принципиальное значение. В зависимости от этого осуществляется выбор управленческих решений, направленных на оптимизацию финансового положения организации.

2. Нерациональное управление результатами деятельности (нерациональное управление финансами).

Можно выделить три основные составляющие, которые относятся к области управления результатами деятельности организации – это управление оборотными средствами (оборотным капиталом), управление инвестиционной политикой и управление структурой источников финансирования.

Для многих действующих предприятий причина финансовых затруднений состоит именно в нерациональном управлении оборотными средствами, т. е. сложившиеся на предприятии подходы в части управления оборотными средствами не являются адекватными изменившимся экономическим условиям.

В понятие «управление оборотными средствами» объединены такие процессы, как материально-техническое снабжение, сбыт, установление и контроль условий взаиморасчетов предприятия с покупателями и поставщиками.

Для характеристики сложившихся на предприятии принципов управления оборотным капиталом используются результаты анализа структуры баланса, показателей оборачиваемости текущих активов и пассивов, а также данные отчета о движении денежных средств.

Инвестиционные решения компании подразделяются на инвестиции в ценные бумаги (портфельные инвестиции), и инвестиции в реальные активы (проектные инвестиции). Инвестирование в реальные активы – всегда долгосрочные инвестиционные решения, в то время как портфельные инвестиции в большинстве случаев краткосрочны. Инвестирование во внеоборотные и долгосрочные финансовые активы есть процесс капиталовложения [4].

Оценка влияния структуры источников финансирования (структуры пассивов) на рентабельность собственного капитала – задача, которая решается при помощи анализа финансового рычага. Суть управления структурой источников финансирования можно сформулировать следующим образом: обеспечив приемлемый уровень финансовой устойчивости, желательно выбирать такую структуру пассивов, которая будет способствовать повышению рентабельности собственного капитала организации.

Финансовые решения могут быть долгосрочными, определяющими источники финансирования на длительный период времени, и краткосрочными – решениями о финансировании текущих (краткосрочных) потребностей, связанных с использованием оборотных (текущих) активов. Центральным моментом долгосрочных финансовых решений является выбор такого сочетания собственного и заемного капитала, который бы максимизировал рыночную оценку всего капитала [3]:

$$V = S + D,$$

где S – рыночная оценка собственного капитала; D – рыночная оценка заемного капитала.

В процессе реализации финансовой стратегии предприятия большое внимание должно уделяться направлениям улучшения финансового состояния предприятия, повышению ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости. Основными направлениями улучшения финансового состояния предприятия являются [1]:

1. Оптимизация или уменьшение затрат. Предполагает действия с целью остановить снижение прибылей. Очень эффективным механизмом является создание системы по эффективному контролю затрат. Иногда можно сократить расходы, просто начав их учитывать.

2. Проведение реорганизации инвентарных запасов. Предполагает, что запасы разносятся по категориям в зависимости от степени их важности для повышения стабильности деятельности. Объемы тех видов запасов, которые не являются критическими для функционирования работы хозяйства, должны быть уменьшены. Одновременно следует активизировать деятельность в области заказов на снабжение путем внедрения более эффективных контрольных процедур, таких как централизация хранения и отпуска товаров, перераспределение площадей хранения или улучшение документооборота.

3. Получение дополнительных денежных средств от использования основных фондов. После этого можно определить наиболее подходящие каналы коммуникации для эффективного доведения до участников рынка предложений о продаже или сдаче

в аренду имущества. Имущество, которое не удалось сдать в аренду, необходимо консервировать, составить акт о консервации и представить его в налоговую инспекцию, что позволит исключить это имущество из расчета налогооблагаемой базы.

4. Взыскание задолженностей с целью ускорения оборачиваемости денежных средств. Возврат задолженностей клиентами может стимулироваться путем предоставления специальных скидок. Необходимо также создать систему оценки клиентов, которая бы суммировала все риски, связанные с ними как с деловыми партнерами.

5. Изменение структуры долговых обязательств предполагает подробный анализ данных обязательств и возможные варианты их погашения с целью повышения ликвидности в будущем.

В случае невозможности погашения данных обязательств рассматриваются варианты изменения структуры (перевод долгосрочных обязательств в краткосрочные или наоборот).

6. Разграничение выплат кредиторам по степени приоритетности для уменьшения оттока денежных средств предполагает ранжирование поставщиков в зависимости от степени их важности. Критически важные поставщики должны быть в центре внимания; целесообразно интенсифицировать контакты с ними, чтобы укрепить взаимопонимание и стремление к сотрудничеству.

7. Пересмотр планов капитальных вложений является средством увеличения поступления денежных средств. Он направлен на минимизацию расходов.

Особенно в условиях угрозы кризиса имеет смысл отказаться от инвестиций в капитальное строительство, приобретение новой техники, расширение сбытовой сети и т. д., кроме безотлагательных случаев. Для их определения необходимо оценить, какие потребности в капитальных инвестициях не могут быть отложены на более поздний срок. Надо также отказаться от тех капитальных расходов, которые не могут дать немедленную отдачу для предприятия.

Таким образом, необходимо помнить, что базой устойчивого финансового положения организации в течение длительного времени является получаемая прибыль. При оптимизации финансового состояния организации необходимо стремиться, прежде всего, к обеспечению прибыльности деятельности.

Возможности оптимизации состояния предприятия за счет более рационального распоряжения результатами деятельности эффективны, но со временем исчерпаемы.

Создание сверхнормативной задолженности перед бюджетом создаст дополнительный источник финансирования текущей производственной деятельности. Этот источник финансирования в виде прироста текущих пассивов возникнет одновременно и эффект от его возникновения будет исчерпан через определенное время. При этом уплачиваемые пени будут постоянно уменьшать прибыль предприятия.

С приобретением основных фондов ситуация аналогичная оборотному капиталу – отказавшись от больших вложений, хозяйство сможет оптимизировать финансовое положение. Однако сокращение капитальных вложений возможно не более чем до нуля – на этом возможность улучшения состояния предприятия закончится.

Литература

1. Акулич, В. В. Факторный анализ прибыли от реализации продукции, товаров, работ, услуг / В. В. Акулич // Планово-экон. отдел. – 2012. – № 4. – С. 58–60.
2. Иванов, О. А. Открытый бюджет муниципальных образований / О. А. Иванов // Финансы. – 2012. – № 12. – С. 37–40.
3. Финансы и кредит : учеб. пособие для подготовки к экзаменам / Л. Г. Колпина [и др.] ; под ред. М. И. Ноздрин-Плотоницкого. – Минск : Современ. шк., 2011. – 352 с.
4. Свиридова, Н. В. Финансовое состояние организаций / Н. В. Свиридова // Финансы. – 2011. – № 2. – С. 45–48.

ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЯ ЛЬНА И ЛЬНОПРОДУКЦИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ

Т. А. Царикевич

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

Научный руководитель М. А. Челомбитько

Целью данной работы является статистико-экономический анализ производства льна и льнопродукции на мировом рынке и в Республике Беларусь.

Лен является одной из распространенных технических культур в мире, возделываемой для производства волокна и масла. Специфика условий выращивания культуры, ее требований к почвенно-климатическим условиям довольно резко ограничивает число стран-производителей льнопродукции, конкурентоспособной на мировом рынке. Существующие местные условия и исторические традиции возделывания и переработки льна во многом влияют на определенную национальную специализацию, наблюдаемую в «льняном мире». Так, Аргентина, Канада и Индия являются крупнейшими производителями масличного льна, а страны Западной Европы – основными потребителями продуктов его переработки. Основными производителями волокнистой льнопродукции являются европейские страны, Россия, Беларусь, Украина. В 90-е гг. к ним присоединился Китай.

Мировое производство льносемян составляет 2,39 млн т. Его сбор в Канаде и Китае, которые являются ведущими производителями этого пищевого продукта, достигает 1,38 млн т, что составляет 57,7 % от мирового производства семян льна. Индия считается третьим крупнейшим производителем льняного масла в мире. Объем пищевого льняного масла оценивается в 600–800 тыс. т, а льняного технического масла в 1,2–1,3 млн т [4, с. 237]. Среднедушевое потребление масла растительного в Германии, Франции, Португалии, Англии составляет 18 кг в год, в США, Испании, Греции, Нидерландах – порядка 28, а в России, Беларуси и других странах СНГ – 17,6 кг в год. По прогнозам экспертов, мировое потребление растительного масла к 2020 г. увеличится еще на 67 %, или 90 млн т, что открывает новые перспективы для наращивания производства льносемян и торговли масличными продуктами его переработки. Большое потребление растительного масла в значительной степени объясняется большей долей овощей в рационе питания населения, а также низким потреблением животного масла.

Лидерами по размерам посевных площадей льна, выращиваемого на льноволокно, из отдельных стран были и остаются Россия, Франция, Китай и Беларусь. Если в большинстве льносеющих стран мира посевные площади льна наращиваются либо стабилизировались, то ситуация в странах Центральной и Восточной Европы прямо противоположна. За период 1990–2014 гг. в большинстве льносеющих стран Восточной Европы посевные площади льна сократились, так в России с 110 до 50 тыс. га, Украине – с 22,7 до 4 тыс. га, Беларуси – с 149,2 до 56 тыс. га. Сокращение посевной площади частично компенсировалось ростом урожайности, что не привело к резкому снижению производства льноволокна. Однако страны Восточной Европы значительно уступают ведущим льносеющим странам мира по показателю выхода льноволокна с 1 га.

Европа является крупнейшим в мире производителем и потребителем льняных тканей. Из европейских стран ведущими производителями льняных тканей являются Италия и Бельгия. За Европой следуют страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Северная Америка.

В пределах всей производственной цепи – от производства сырья до реализации готовой льнопродукции, – по данным Международной конфедерации льна и конопли (CILC), затраты в странах Западной Европы составляют [1, с. 24]:

- в сельском хозяйстве (подготовка почвы, посев, уход за посевами, расстил и уборка урожая) – 5 % от суммарной стоимости изделия;
- в первичной обработке (частичное приготовление тресты, трепание и куделе-приготовление) – 6 %;
- в текстильной промышленности (пряжение, ткачество и отделка) – 25 %;
- уплата налогов и сборов, оптовая продажа – 14 %;
- собственно торговля, включая внешнюю, – 50 %.

Большой удельный вес затрат на торговлю говорит о хорошо развитой системе маркетинга в западноевропейских странах.

Как показывают исследования ученых, мировой рынок льнопродукции характеризуется углубленными процессами разделения труда, затрагивающими интересы льносеющих стран, стремящихся занять определенный сегмент. Считается, что в ближайшие годы специализация на мировом рынке достигнет очень высокого уровня: Китай и Россия будут производить волокно и семена (преимущественно на посев); Индия и Канада – семена для пищевых целей; Италия и Франция – высококачественное волокно, ткани и изделия из них; Англия – льняное масло и различную не текстильную продукцию; Германия – нетрадиционную продукцию; Голландия – высококачественные посевные семена.

Основными тенденциями, характеризующими развитие мирового рынка льнопродукции, являются:

- активизация процесса вывода специализированных текстильных производств Великобритании, Франции, Бельгии, Нидерландов, Германии на территорию стран Юго-Восточной Азии, Балтии, Восточной Европы и смещение этого процесса на территорию России;
- усиление конкурентоспособности производителей льняного текстиля стран Юго-Восточной Азии и Российской Федерации (в связи с их вступлением в ВТО), Балтии и стран Центральной Европы (в связи с их вступлением в ЕС);
- создание благоприятной маркетинговой среды на рынке ЕС и США для стран Юго-Восточной Азии, Балтии, Центральной и Восточной Европы, а также России [2, с. 10].

Беларусь располагает благоприятными почвенно-климатическими условиями для возделывания льна в необходимых объемах как для внутреннего рынка, так и для выхода на внешний. Беларусь – одна из немногих стран, где лен выращивают в промышленных масштабах.

Однако тенденции развития льняной отрасли не отличаются стабильностью. Самые лучшие показатели по результатам возделывания льна в Беларуси отмечены в 1995 г. С тех пор ситуация из года в год ухудшается. Несмотря на то, что урожайность льноволокна увеличилась с 6,2 (1995 г.) до 10,7 ц/га (2015 г.), за счет резкого снижения площадей под посевами льна за этот период (с 97,8 до 45,3 тыс. га) сбор льноволокна упал с 59,6 до 40,5 тыс. т [5]. Уровень урожайности льна в стране недостаточен для эффективного ведения отрасли.

Посевы льна размещены по территории неравномерно: почти 60 % приходится на Витебскую и Минскую области, на остальные – от 8 до 12 %. Такое распределение площадей диктует подбор определенных сортов льна. Для северных районов необходимы сорта с более коротким вегетационным периодом, для центральных и южных – с более продолжительным. Однако в сортовой структуре льна-долгунца на

всей территории республики преобладают позднеспелые сорта как высокопродуктивные, на которые приходится 75–80 % посевных площадей.

Преобладание позднеспелых сортов в общей структуре посевных площадей льна-долгунца приводит к тому, что вылежка соломы сдвигается на более позднее время, когда погода уже неблагоприятная для этого процесса, в связи с чем увеличивается продолжительность вылежки, ухудшается качество тресты, снижаются урожайность, выход и качество длинного волокна [3, с. 24].

На всех заводах по переработке льнотресты установлено однотипное оборудование, поэтому технологическое оснащение не обеспечивает ни одному из предприятий лучшего качества переработки. За всеми льнозаводами закреплены определенные сырьевые зоны. Хозяйства, расположенные в этих зонах, поставляют на предприятия льнотресту по закупочным ценам, которые регулируются государством. Таким образом, заводы обычно не закупают сырье вне прикрепленных к ним районов. Они также не могут выбирать хозяйства, предлагающие сырье самого высокого качества по наиболее выгодной цене. Продажа льноволокна, в свою очередь, производится по ценам, установленным Министерством сельского хозяйства и продовольствия. Основным потребителем произведенного льноволокна является РУПТП «Оршанский льнокомбинат» – крупнейшее в мире текстильное предприятие, выпускающее широкий ассортимент льняной продукции. Поставки на Оршу являются госзаказом, который составляет 30 % в общем объеме отгрузки льноволокна. Вторым крупным покупателем льноволокна являются экспортные льнобазы, в частности филиал «Борисовленэкспорт». На его долю приходится до 60 % отгрузок льноволокна в год.

На текущий момент льнозаводы не могут полностью загрузить «Оршанский льнокомбинат» сырьем даже совместными усилиями, поэтому конкуренция в отрасли фактически отсутствует.

Для изменения ситуации необходимо провести следующее:

- выделять под посевы льна наиболее качественные земли;
- увеличить посевные площади, занимаемые раннеспелыми и среднеспелыми сортами. В целом по республике целесообразно иметь 20–25 % раннеспелых, 50–55 % среднеспелых и около 20–25 % поздних сортов;
- осуществлять посевы районированными семенами;
- совершенствовать технологию уборки, которая до сих пор в Белоруссии находится на уровне 20–30-летней давности;
- применять современные технологии переработки льна в льноволокно;
- повысить мотивацию труда работников отрасли и качество менеджмента.

Решение этих проблем позволит реабилитировать традиционную для Беларуси отрасль, тем более это необходимо с учетом возрастающего в мире спроса на лен, а климатические условия страны идеальны для выращивания культуры.

Литература

1. Голуб, И. А. Лен Беларуси / И. А. Голуб. – Минск : ЧУП «Орех», 2008. – 245 с.
2. Гусаков, В. Г. Конкурентоспособность и эффективность льняного подкомплекса Беларуси: система мер / В. Г. Гусаков // Аграр. экономика. – 2010. – № 4. – С. 27–35.
3. Богдан, В. Лен по-европейски: как это делается / В. Богдан, В. Кожановский // Белорус. сел. хоз-во. – 2015. – № 3. – С. 53.
4. Соловьев, А. Я. Льноводство : учеб. пособие / А. Я. Соловьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 2009. – 320 с.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 07.03.2016.

ЦЕННОСТЬ ПРОДУКЦИИ В КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА (LEAN PRODUCTION)

В. В. Чулкова, Е. Д. Бранец

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

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Бережливое производство – это американское название Производственной системы Toyota. Создатель бережливого производства Тайити Оно начал первые опыты оптимизации производства еще в 1950-х гг. В те послевоенные времена Япония лежала в руинах и стране нужны были новые автомобили. Но проблема была в том, что спрос был не настолько велик, чтобы оправдать закупку мощной производственной линии, на манер Ford. Нужно было много разных видов автомобилей (легковые, мало- и среднетоннажные грузовики и пр.), но спрос на конкретный вид машины был невелик. Японцам пришлось учиться эффективно работать, создавая множество разных моделей в условиях невысокого спроса на каждую модель. Такую задачу до них не решал никто, так как эффективность понималась исключительно в терминах массового производства. Собственно, отсюда и родился термин lean, который за кружкой пива придумал Джон Крафчик, один из американских консультантов. Ведь как еще назвать систему, способную эффективно производить множество видов продукции при низких удельных затратах? Lean, т. е. «бережливое» [1].

Бережливое производство (lean production), или ЛИН-подход, это:

- 1) прорывный подход к менеджменту и управлению качеством, обеспечивающий долговременную конкурентоспособность без существенных капиталовложений;
- 2) концепция управления производством, основанная на сокращении времени производственного цикла путем ликвидации потерь;
- 3) сочетание философии, управленческих и производственных технологий, которое предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на удовлетворение потребностей заказчика.

Основная идея Бережливого производства заключается в сокращении бесполезных операций и действий, не добавляющих, а порой и снижающих ценность продукции. Для организации Бережливого производства нужно понимать, в чем заказчик видит ценность каждого вида производимой продукции, и, как следствие, уменьшить количество бесполезных операций.

Бережливое производство представляет собой систему, бизнес-подход к организации не только производства и управления жизненным циклом продукции, но и взаимоотношений с поставщиками и клиентами, который позволяет уменьшить потребность в ручном труде и в несколько раз повысить эффективность использования производственных площадей.

Целями внедрения Бережливого производства являются: 1) уменьшение затрат; 2) сокращение сроков создания новой продукции; 3) гарантия поставки продукции заказчику; 4) максимальное качество при минимальной стоимости.

Задачи Бережливого производства можно изложить в виде пяти принципов: определение ценности конкретного продукта; определение потока создания ценности для этого продукта; обеспечение непрерывного течения потока создания ценности продукта; вытягивание продукта потребителем; стремление к совершенству.

Отправной точкой бережливого производства является **ценность** для потребителя. Ценность – это полезность, присущая продукту с точки зрения клиента.

Ценность товара/услуги может быть определена только конечным потребителем. Говорить о ней имеет смысл, только имея в виду конкретный продукт (товар или услугу или все вместе), который за определенную цену и в определенное время способен удовлетворить потребности покупателей. Ценность создается производителем. С точки зрения потребителя, именно ради этого производитель и существует. Тем не менее, по ряду причин производителю очень сложно точно определить, в чем состоит ценность товара или услуги. Как правило, менеджеры большую часть своего внимания уделяли управлению системами: процессами, подразделениями, целыми фирмами, включавшими сразу множество продуктов. На самом же деле требуется управлять всеми потоками создания ценности для каждого продукта или услуги.

Поток создания ценности – это совокупность всех действий, которые требуется совершить, чтобы определенный продукт (товар, услуга или все вместе) прошел через три важных этапа управления: решение проблем (от разработки концепции и рабочего проектирования до выпуска готового изделия); управление информационными потоками (от получения заказа до составления детального графика проекта и поставки товара); физическое преобразование (от сырья до того, как в руках у потребителя окажется готовый продукт).

Все действия, которые составляют поток создания ценности, почти всегда можно разделить на три категории:

- 1) действия, создающие ценность;
- 2) действия, не создающие ценность, но неизбежные в силу ряда причин;
- 3) действия, не создающие ценность, которые можно немедленно исключить из процесса.

Основопологающим принципом при внедрении lean является принцип «Ценность–Потеря». Первые знания, которые должен получить руководитель или специалист, начинающий внедрять Lean, заключаются именно в понимании данного принципа.

Первое, что стоит запомнить – потери есть везде и всегда.

Сам принцип достаточно прост и понятен для понимания, основная сложность состоит в выработке привычки его постоянного применения.

Ценность – это то, за что готов платить Заказчик (действия, качества, свойства продукта и т. п.). Время создания ценности – промежуток времени, в течение которого продукт видоизменяется либо приобретает свойства, интересующие Заказчика, т. е. приобретает ценность. Заказчик – тот, кто заинтересован в результатах труда и готов платить за него деньги.

Самый простой и наглядный пример из производства – это операция штамповки металлических заготовок на каком-либо прессе. Время цикла, затрачиваемое на выполнение операции штамповки одного изделия, может включать в себя время укладки листа, регулировки штампа, передвижение оператора на безопасное расстояние и т. п., однако время создания ценности – это только момент удара, когда из металлического листа появляется заготовка. Время создания ценности может составлять секунды или даже доли секунд. Заказчика интересует только тот момент времени, когда в листе металла происходит перегиб в нужную сторону под нужным углом. Но ему все же придется платить за все время производственного цикла, так как и передвижения рабочих, и поломки прессы, и ожидания доставки металла уже заключены в стоимость продукта.

Потерями с точки зрения Lean считаются все действия, потребляющие ресурсы, но не создающие ценности. Другими словами, потери – это действия, не видоизменяющие продукт в необходимую для Заказчика сторону и не придающие ему необходимых Заказчику свойств. Можно сказать, что потери – все, что не создает ценности.

Само мышление по принципу «Ценность–Потеря» фокусирует внимание на том, что добавляет ценность. Оно позволяет сделать некий шаг в сторону от существующих стереотипов и привычных представлений о процессе. Часто, когда человек начинает мыслить по этому принципу, видит ценность, создаваемую в том или ином процессе, многие потери становятся для него очевидными, а их устранение достаточно простым. Изучая специфику процесса, управляя процессом, а тем более улучшая его, в первую очередь необходимо понимать, что в нем добавляет ценность. Рассматривая какой-либо процесс согласно этому принципу, становятся очевидными такие потери, как излишняя обработка, транспортировка, перемещение и ожидание. Отделяется всё нужное от лишнего. Поэтому данный принцип необходим в первую очередь руководителю, чтобы видеть процесс, понимать его суть, оценивать динамику устранения потерь и работу по их устранению.

Понимание, в свою очередь, приводит к вопросам «как устранить потери?», «как повысить долю времени создания ценности?», «как лучше удовлетворить Заказчика?» Со временем эти вопросы становятся приоритетными в текущей деятельности. Размышления над этими вопросами и ответы на них можно считать первыми шагами к формированию *lean* мышления. Стоит отметить, что выделение ценности в процессе гораздо сложнее с чисто психологической точки зрения, чем выявление потерь. Негативное всегда более заметно, к тому же порой достаточно сложно поставить себя на место Заказчика. Тем не менее, в работе в первую очередь необходимо отталкиваться именно от ценности (определять, концентрировать внимание и т. д.).

Для работника понимание данного принципа, а также оценка с его помощью того, что он делает – это не только способ минимизировать потери, но и расширить возможности мышления для улучшения его операции или рабочего места. Принцип относится к любой работе, вне зависимости, производите вы материальный продукт или оказываете услугу, главное – это поставить себя на место Заказчика [2].

Для того чтобы предприятие работало эффективно, следует рассмотреть следующие направления повышения эффективности производства. Резервы повышения эффективности производства необходимо искать по трем направлениям так называемого контрольного списка 3-MU (*Muda; Muri; Mura*).

Muda (Муда) – «потери» – любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности для потребителя. *Muri* (Мури) – перегрузка, работа с напряжением человека или машины. Перегрузка приводит к тому, что сотрудник или оборудование работает на пределе возможностей. Перегрузка сотрудников (высокая интенсивность труда) может привести к понижению качества или повышению травматизма. Перегрузка машин («узкое место» в производственной возможности оборудования) приводит к дефектам и авариям. *Mura* (Мура) – несоответствие, любое отклонение от процесса как хорошее, так и плохое. Каждое из трех направлений контрольного списка 3-MU рассматривается со следующих позиций: людские потери, технология, метод, время, оборудование, приспособления и инструменты, материалы, объем производства, запасы, место, образ мышления.

Наибольшая сложность при внедрении бережливого производства заключается в том, что от понимания принципов необходимо перейти к их реализации, постоянному выполнению требований, правил и договоренностей, достигнутых в коллективе. Эту систему нельзя внедрить быстро по приказу высшего руководства. Она требует терпеливого и скрупулезного труда каждого работника предприятия.

Литература

1. Лайкер, Дж. Дао Тайота : пер. с англ. / Дж. Лайкер, Дж. Морган. – 2-е изд. – 2011.
2. Бережливое производство для руководителей / Принцип «Ценность – потеря». – 2014. – Режим доступа: <http://leanbase.ru/public/ValueWaste.html>. – Дата доступа: 11.03.2016.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Т. А. Шевелева

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

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

В современных условиях одной из важных задач, решаемых на всех уровнях управления, является повышение энергетической эффективности производства. Особую актуальность эта проблема приобретает в силу того, что при ограниченности энергетических ресурсов, высокой стоимости энергии, негативном влиянии ее на окружающую среду, возникает целый комплекс экономических, энергетических и экологических проблем.

Основной целью энергетической политики Республики Беларусь является поиск путей и формирование механизма оптимального развития и функционирования отраслей топливно-энергетического комплекса, а также техническая реализация надежного и эффективного энергообеспечения всех отраслей экономики и населения, обеспечивающих производство конкурентоспособной продукции и достижение стандартов уровня и качества жизни населения высокоразвитых европейских государств при сохранении экологически безопасной окружающей среды.

Практическая реализация политики в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности осуществляется на уровне законодательной, нормативно-правовой и нормативно-технической базы.

К основным программным документам, регламентирующим развитие направлений использования местных топливно-энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь, которые разрабатывались ранее и в настоящее время, можно отнести:

1. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы [1].
2. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах [2].
3. Республиканская программа «Энергосбережение на 2016–2020 годы» [3].
4. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [4].
5. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь.

Сельское хозяйство, определяющее продовольственную безопасность страны, и выступающее ключевым звеном системы производства продуктов питания, относится к числу важнейших потребителей энергоресурсов. Увеличение площади посевов и поголовья скота, повышение плодородия почв – все эти показатели в значительной степени зависят от использования топливно-энергетических ресурсов. Вместе с тем, производственные объекты отрасли являются источником значительного антропогенного воздействия на окружающую среду, что приводит к необходимости системного учета как экономических, так и экологических параметров сельскохозяйственного производства.

Энергоэффективность производства характеризуется соотношением конечного результата производственного процесса, отражающего объем и качество произведенной продукции, и затрат энергоресурсов. В сельском хозяйстве она определяется сопоставлением объема продукции растениеводства и животноводства и количества энергоресурсов, затраченных на ее получение. Повышение уровня энергетической

эффективности может быть обеспечено на основе разработки и реализации совокупности организационно-экономических и управленческих мероприятий, направленных на создание системы производства, которая обеспечивает возрастающую отдачу в виде конечной продукции и наилучшее использование биологического потенциала растений и животных [5].

Энергетические ресурсы, используемые в сельском хозяйстве, можно классифицировать следующим образом:

- овеществленные энергоресурсы – машины и оборудование (через амортизацию), химикаты, средства защиты растений и животных, навоз и т. д.;
- непосредственные затраты энергетических ресурсов, включающих различные виды топлива (нефтепродукты, ГСМ, газ) и электроэнергию;
- энергозатраты трудовых ресурсов, т. е. живого труда.

Нами проведенные исследования позволили установить, что сельское хозяйство относится к числу энергоемких отраслей в силу следующих причин:

1) сезонность работ и территориальная разьединенность производственных объектов, что является объективной основой роста потребления энергоресурсов для выполнения производственных процессов;

2) интенсификация сельскохозяйственного производства, которая требует значительных затрат энергии вне сферы отрасли – производство техники, минеральных удобрений и средств защиты растений, комбикорма и др.;

3) двойственность энергопотребления, означающая, что помимо традиционных источников энергии (нефти, газа, тепловой и электрической энергии), имеются значительные возможности для широкого использования и нетрадиционных источников (солнечной и ветровой энергии, энергии биологической массы, вторичных энергоресурсов);

4) неустойчивые климатические условия, что вызывает необходимость дополнительных затрат на обогрев помещений.

Постоянная необходимость проведения модернизации материально-технической базы сельского хозяйства способствует повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции, производительности и снижению высокого уровня энергоемкости, а правильная организация энергосбережения позволит существенно сократить энергозатраты на единицу получаемой сельскохозяйственной продукции.

К наиболее важным проблемам, которые сдерживают повышение энергетической эффективности в сельском хозяйстве, можно отнести:

- недостаточное государственное финансирование целевых программ;
- диспаритет цен;
- недостаток свободных денежных средств;
- отсутствие инфраструктуры по проектированию, внедрению и эксплуатации технологий энергосбережения;
- высокие затраты на внедрение энергосберегающих технологий;
- слабая материально-техническая база сельскохозяйственных организаций;
- применение устаревших технологий обработки земель и содержания животных;
- отсутствие практического опыта и квалифицированных кадров по внедрению современных энергетических технологий.

От решения данных проблем зависит эффективность производственной деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей независимо от форм хозяйствования. Следует отметить, что речь идет не о физическом ограничении использования топливно-энергетических ресурсов, а о поиске оптимальных экономических, технологических и организационных решений по рациональному использованию

энергоресурсов. Направленность сельскохозяйственных организаций на экономию расходования энергоресурсов требует новых подходов к нормированию и потреблению энергии. Поэтому в основу приоритетных преобразований в сельском хозяйстве следует заложить принципы перехода от энергоемких и материалоемких технологий к ресурсосберегающим, малозатратным, обеспечивая при этом не только рост производства сельскохозяйственной продукции, но и снижение расхода невозобновляемых энергетических ресурсов и сохранение экологической безопасности окружающей среды.

Решение вышеперечисленных проблем и развитие стратегии повышения энергетической эффективности в сельском хозяйстве Республики Беларусь должны включать:

- государственную поддержку развития сельского хозяйства;
- проведение качественного энергетического аудита;
- эффективное использование топлива и энергии;
- замену дорогостоящих видов топлива на более дешевые;
- максимальное использование местных топливно-энергетических ресурсов;
- внедрение современных энергосберегающих технологий и оборудования, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- разработка систем стимулирования сотрудников данной отрасли и привлечение молодых специалистов в сферу агропромышленного комплекса.

В программе «Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года» в целях повышения энергоэффективности в сельском хозяйстве предусматривается также ряд следующих мер:

- реализация комплексного подхода к энергоснабжению агрогородков за счет внедрения в сельскохозяйственных организациях электрогенерирующих установок на местных видах топлива;
- использование соломы в энергетических целях;
- применение гелиоводонагревателей;
- модернизация зерносушилок с укомплектованием их теплогенераторами на местных видах топлива;
- строительство локальных биогазовых комплексов в сельскохозяйственных организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы;
- модернизация животноводческих комплексов с переходом на новые энергоэффективные технологии.

В целом, повышение энергетической эффективности сельскохозяйственного производства не должно допускать ухудшения условий труда (императив человеческого фактора), ухудшения экологической ситуации (экологический императив), уменьшения экономической эффективности (приоритет экономической оценки).

Л и т е р а т у р а

1. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 гг. : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 24 дек. 2010 г. № 1882. – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/programs/basicdocuments/191-20112015-24122010-1882.html>. – Дата доступа: 22.02.2016.
2. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 19 июля 2010 г. № 1076. – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/programs/basicdocuments/120-2010-2015-19-2010-1076.html>. – Дата доступа: 22.02.2016.
3. Семашко, С. А. Программы социально-экономического развития страны на 2016–2020 гг. / С. А. Семашко // Стандартизация. – 2015. – № 5. – С. 57–58.

4. Концепция Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года / ГНУ НИЭИ. – Минск, 2014. – 91 с.
5. Заводчиков, Н. Д. Вопросы энергосбережения и энергоэффективности в сельском хозяйстве / Н. Д. Заводчиков, Е. А. Воронкова, С. В. Гобов // Изв. Оренбург. ГАУ. – 2012. – Вып. № 34-1. – Т. 2. – С. 190–194.

АНАЛИЗ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ В ГОРЕЦКОМ РАЙОНЕ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Якубовская

*Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», г. Горки*

Научный руководитель В. В. Савченко

В современных условиях государственный контроль за использованием и охраной земель, особенно в период экономических и земельных преобразований, является одним из главных элементов механизма государственного регулирования землепользования и непосредственным образом способствует наведению порядка на земле, повышению эффективности ее использования и охраны.

Целью исследования является анализ осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель в Горецком районе Могилевской области и оценка его эффективности. В процессе работы применялись монографический метод и метод статистического анализа. Исходными данными для исследования послужили материалы ведомственной отчетности по форме № 1-зем «Отчет о контроле за использованием земель», нормативные правовые акты.

Государственный контроль за использованием и охраной земель на территории Горецкого района осуществляется землеустроительной службой Горецкого районного исполнительного комитета. В соответствии с п. 2 Указа Президента Республики Беларусь от 11 декабря 2009 г. № 622 «О совершенствовании порядка регулирования земельных отношений и осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель» на землеустроительную службу возложены следующие функции:

- осуществление государственного контроля за использованием и охраной земель, проведением и качеством землеустроительных, земельно-кадастровых работ;
- проверка соблюдения физическими и юридическими лицами в установленном порядке законодательства об охране и использовании земель;
- предоставление налоговым органам сведений о земельных участках, находящихся во временном пользовании и своевременно не возвращенных в соответствии с законодательством, самовольно занятых, используемых не по целевому назначению, не используемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями в течение более шести месяцев, а гражданами – в течение более одного года;
- выявление неиспользуемых и нерационально используемых земель, внесение в установленном порядке на рассмотрение местных исполнительных и распорядительных органов предложений об их перераспределении;
- приостановление проведения работ по освоению и улучшению земель, осуществляемых без соответствующих проектов или с отступлением от них, и иные функции, предусмотренные законодательством [1].

Согласно отчету о контроле за использованием земель специалистами землеустроительной службы Горецкого райисполкома в течение 2015 г. было проведено 752 проверки соблюдения земельного законодательства, в том числе 486 – в отно-

416 Секция VII. Экономика и управление в агропромышленном комплексе

шении граждан, 211 – юридических лиц и 55 – в отношении индивидуальных предпринимателей. В результате контрольных мероприятий указанными специалистами было выдано 253 предписания, составлено 10 протоколов об административных правонарушениях, впоследствии направленных в суд, и вынесено 40 постановлений о наложении административного взыскания. В табл. 1 приведены сводные данные об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной земель на территории Горещкого района в течение 2010–2015 гг.

Таблица 1

Сводные показатели осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель на территории Горещкого района

Наименование показателя	Год						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 к 2010
Количество специалистов	8	9	9	7	7	7	–1
Количество проведенных проверок соблюдения земельного законодательства	52	253	680	175	222	752	+700
в т. ч. физических лиц	32	191	610	80	162	486	+454
индивидуальных предпринимателей	5	–	15	14	3	55	+50
юридических лиц	15	62	55	81	57	211	+196
Количество проверок на одного специалиста	6,5	28,1	75,6	25,0	31,7	107,4	+100,9
Количество выданных предписаний	25	122	313	183	222	253	+228
в т. ч. физическим лицам	14	108	286	86	162	207	+193
индивидуальным предпринимателям	–	–	2	1	3	1	+1
юридическим лицам	11	14	25	96	57	45	+34
Количество выданных предписаний на одного специалиста	3,1	13,6	34,8	26,1	31,7	36,1	+33,0
Количество составленных протоколов	6	6	3	19	9	10	+4
в т. ч. на физических лиц	6	5	2	3	1	3	–3
индивидуальных предпринимателей	–	–	–	6	2	2	+2
юридических лиц	–	1	1	10	6	5	+5
Количество составленных протоколов на одного специалиста	0,8	0,7	0,3	2,7	1,3	1,4	+0,6
Количество вынесенных постановлений	7	37	25	18	34	40	+33
Количество вынесенных постановлений на одного специалиста	0,9	4,1	2,8	2,6	4,9	5,7	+4,8

Согласно приведенным данным в Горещком районе имеет место положительная динамика показателей, отражающих работу специалистов землеустроительной службы по осуществлению государственного контроля за использованием и охраной земель. Так, количество проведенных проверок соблюдения земельного законода-

тельства в расчете на одного специалиста увеличилось в 2015 г. по сравнению с 2010 г. почти в 16,5 раза, а количество выданных предписаний на устранение выявленных нарушений земельного законодательства – в 11,6 раза.

Наибольший удельный вес в структуре выявленных в 2015 г. правонарушений занимает нарушение порядка снятия, использования и сохранения плодородного слоя почвы, невыполнение обязательных мероприятий по защите земельного участка от водной, ветровой эрозии или других процессов разрушения, либо невыполнение иных требований по охране земель – 76 %. Также имели место случаи самовольного занятия (20 %) и неиспользования (4 %) земельных участков. При этом на протяжении 2009–2015 гг. в структуре выявленных правонарушений наибольший удельный вес составляют нарушения, совершенные гражданами, – 82 % в 2015 г.

На территории района течение 2015 г. к административной ответственности за совершение земельных правонарушений было привлечено 48 лиц, в том числе 41 физическое, четыре индивидуальных предпринимателя и три юридических лица. В течение года было устранено 45 нарушений земельного законодательства (табл. 2).

Таблица 2

**Оценка эффективности работы землеустроительной службы
Горецкого райисполкома по устранению выявленных нарушений
земельного законодательства**

Год	Выявлено нарушений		Устранено нарушений		N_2/N_1	S_2/S_1
	количество (N_1)	площадь (S_1), га	количество (N_2)	площадь (S_2), га		
2009	47	9,48	47	9,48	1,00	1,00
2010	13	1,11	12	1,08	0,92	0,97
2011	43	5,68	42	5,58	0,98	0,98
2012	28	22,28	27	21,33	0,96	0,96
2013	37	45,03	38	46,07	1,03	1,02
2014	43	5,81	42	5,76	0,98	0,99
2015	50	8,78	45	7,95	0,90	0,91

Из таблицы видно, что эффективность ведения государственного контроля за использованием и охраной земель в Горецком районе в части устранения выявленных правонарушений колеблется от 0,90 доли ед. в 2015 г. до 1,03 доли ед. в 2013 г., что является довольно высокими показателями и свидетельствует о почти 100 % устранении выявляемых правонарушений. Определяя эффективность работы госинспекторов по выявлению нарушений земельного законодательства рассчитаем количество правонарушений, выявленных на одного специалиста землеустроительной службы (табл. 3).

**Оценка эффективности работы землеустроительной службы
Горецкого райисполкома по выявлению нарушений
земельного законодательства**

Год	Количество специалистов в землеустроительной службе (N_1)	Количество выявленных нарушений (N_2)	N_2/N_1
2010	8	13	1,6
2011	9	43	4,8
2012	9	28	3,1
2013	7	37	5,3
2014	7	43	6,1
2015	7	50	7,1

Из приведенных данных видна положительная динамика работы специалистов землеустроительной службы по выявлению совершенных нарушений земельного законодательства. Так, рост количества выявленных правонарушений на одного специалиста составил 4,4 раза.

Литература

1. О совершенствовании порядка регулирования земельных отношений и осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель : указ Президента Респ. Беларусь от 11 дек. 2009 г. № 622 // Консультант Плюс: Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

СЕКЦИЯ VIII МАРКЕТИНГ

ОСНОВНЫЕ СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ МАРКЕТИНГА ОАО «СТАНКОГОМЕЛЬ»

А. Ю. Бердин

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

Научный руководитель В. А. Михарева

В последние годы в станкостроительной отрасли отмечалось снижение спроса на выпускаемую продукцию. Основными причинами такой тенденции являются следующие факторы внешней маркетинговой среды предприятия:

- общие кризисные явления в мировом машиностроении;
- низкая покупательская способность потенциальных потребителей станочной продукции;
- повышение конкуренции на потенциальных рынках сбыта;
- постоянный рост цен на сырье, материалы и комплектующие, что влечет вынужденное увеличение цен на выпускаемую продукцию, так как станкостроение – это отрасль, имеющая высокий уровень материалоемкости, особенно при выпуске станков с числовым программным управлением.

Основными задачами стратегии маркетинга ОАО «СтанкоГомель» являются:

- удержание своих позиций и расширение сферы деятельности предприятия на существующих рынках сбыта;
- проникновение на новые рыночные сегменты.

Основным стратегическим рынком ОАО «СтанкоГомель» является рынок Республики Беларусь, на котором предприятие является естественным монополистом в производстве сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ, долбежных станков и правильно-отрезных автоматов, а также занимает около 60 % рынка консольно-фрезерных станков, имея единственного конкурента – ОАО «Станкозавод «Красный Борец», несколько моделей станков которого имеют сходные технические характеристики и близкий уровень цен. В перспективе на предприятии основное внимание будет сосредоточено на выпуске новых моделей обрабатывающих центров согласно программе модернизации ОАО «СтанкоГомель», которые по качественным характеристикам приближаются к лучшим мировым аналогам, но на 10–30 % дешевле последних, что позволит увеличить объемы поставки продукции на внутренний рынок. На данный вид продукции имеется стабильный спрос со стороны крупных белорусских потребителей.

Среди внешних рынков основным стратегическим рынком для предприятия является Российская Федерация, куда поставляется более 73 % всей экспортной продукции, прежде всего – консольно-фрезерных станков различных модификаций. ОАО «СтанкоГомель» также работает на рынке Германии, Украины, Польши, Казахстана, Узбекистана, Румынии, стран Балтии и США. Станочная продукция, выпускаемая ОАО «СтанкоГомель», не является уникальной, соответственно, в мире имеется несколько десятков производителей оборудования с аналогичными или сходными техническими характеристиками. В частности, таковыми являются такие известные компании, как «Hermle», «StarragHeckert», «Deckel Maho Gildemeister», «Spinner» (Германия), «Okuma», «Mazak»,

«Mori Seiki», «Kitamura» (Япония), «Doosan» (Корея), «HAAS» (США), а также множество компаний из Китая и Тайваня.

На рынке обрабатывающих центров с ЧПУ основными российскими конкурентами предприятия являются ОАО «Ивановский станкостроительный завод», специализирующийся на выпуске горизонтальных обрабатывающих центров, и ОАО «Стерлитамакский станкостроительный завод – Стерлитамак МТБ», основной продукцией которого являются вертикальные обрабатывающие центры. Новые высокотехнологичные обрабатывающие центры с ЧПУ производства ОАО «СтанкоГомель» специалисты позволяют сравнить с лучшими моделями западноевропейских и японских производителей.

Основной продукцией, экспортируемой в страны Европейского Союза, остаются выпускаемые по немецкой лицензии и прошедшие необходимую сертификацию консольно-фрезерные станки. Поставка на европейский рынок станков с ЧПУ в настоящее время невозможна ввиду того, что их стоимость не намного ниже стоимости немецких и японских аналогов, а в таких условиях потребитель предпочитает приобретать продукцию более известных производителей.

Попытки предприятия выйти на рынки Филиппин, Малайзии, Мьянмы, Лаоса, Камбоджи и Таиланда, в том числе через вьетнамскую дилерскую компанию, оказались не достаточно результативными ввиду того, что на данных рынках наибольшей популярностью пользуются гораздо более дешевые станки китайского, тайваньского и корейского производства. Спрос на более дорогое оборудование, несмотря на его качество, на данных географических рынках очень ограничен.

Работу по реализации станков на африканском рынке, в том числе в ЮАР, Гане, Сенегале, Кот-д'Ивуаре, Мали, Нигерии и Эфиопии, предприятие предполагает вести через местного агента или дилера. Однако первоначально следует распространить информацию о наших станках на данных рынках. На сегодняшний день единственным перспективным путем продвижения продукции на африканский рынок остается участие в местных специализированных выставках в рамках коллективной экспозиции предприятий Министерства промышленности Республики Беларусь.

Работа на австралийском рынке ведется через агентскую компанию «Redmond Gary Australia Pty Ltd.», которая уже реализовала несколько станков ОАО «Станко-Гомель» местным потребителям. К сожалению, в условиях спада промышленного производства в Австралии спрос на металлообрабатывающее оборудование в настоящее время остается очень низким.

Поскольку все основные рынки являются в достаточной степени конкурентными, состав игроков и их рыночные доли определены достаточно четко и сложились довольно давно, а в условиях мирового кризиса спрос на промышленное оборудование и цены на него резко упали, основное внимание должно уделяться сохранению доли предприятия на вышеуказанных внешних рынках, в первую очередь – на российском рынке консольно-фрезерных станков. В настоящее время основными конкурентами предприятия на российском рынке являются российские ФГУП «Воткинский завод», ОАО «Рязанский станкостроительный завод», ООО «Производство фрезерных станков» (Нижний Новгород), ОАО «Дмитровский завод фрезерных станков» и болгарское АО «Арсенал» (Казанлык), выпускающие продукцию, имеющую близкие технические характеристики и сравнимое качество.

На рынке долбежных станков ситуация выглядит перспективнее, поскольку реальную конкуренцию предприятию составляют только российское ОАО «Оренбургский станкозавод» и болгарское АО «ЗММ» (Пазарджик). Тем не менее, несмотря на значительную долю рынка (более 50 %), специфика продукции не предполагает су-

ществленного увеличения объема ее продаж, который в течение последних нескольких лет находится на постоянном ежегодном уровне, составляющем не более 10 единиц.

Сходная ситуация сложилась и на рынке правильно-отрезных автоматов, где основными конкурентами являются российское ОАО «Долина» (Кувандык) и украинское ОАО «Хмельницкий завод КПО «Пригма-Пресс». Поскольку российские станки не имеют надлежащего качества, а украинские гораздо выше по цене, доля предприятия на российском рынке составляет около 65 %. Тем не менее существенное снижение в Российской Федерации темпов строительства привело к снижению спроса на правильно-отрезные автоматы ОАО «СтанкоГомель».

На международных рынках ОАО «СтанкоГомель» использует все механизмы системы продвижения товаров, а именно: личную продажу, стимулирование сбыта, рекламу и PR. Система стимулирования сбыта ОАО «СтанкоГомель» включает стимулирование конечного потребителя, субъектов товаропроводящей сети, торгового персонала предприятия.

Большое значение на предприятии придают участию в специализированных машиностроительных и станкостроительных выставках, организуемых в различных странах мира. Например, «INTEC» (Лейпциг, Германия) – совместно с дилером; «Петербургская техническая ярмарка – 2013» (Санкт-Петербург, Россия); «Машиностроение и Металлообработка – 2013» (Алматы, Казахстан) – совместно с дилером; «ЕМО» (Ганновер, Германия) – совместно с дилером; «Machinery Central Asia – 2013» (Ташкент, Узбекистан); «Международный промышленный форум – 2013» (Киев, Украина) и др. В системе продвижения товара планируется уделить внимание модернизации сайта предприятия в информационной системе Интернет (русской и английской версии), активному использованию презентаций на встречах, международных выставках, активному участию в проводимых тендерах.

Особое внимание следует уделить эффективной организации личных продаж торгового персонала, так как для предприятия, производящего товары производственного назначения, из всех элементов системы продвижения по степени рыночного влияния на первом месте находятся именно личные продажи. В связи с этим основное внимание специалистов управления маркетинга на рынках дальнего зарубежья уделяется установлению контактов с торговыми компаниями, имеющими опыт продажи станков в том или ином регионе мира. Существенную помощь в установлении контактов с такими компаниями играют заграничные учреждения Республики Беларусь (Посольства Республики Беларусь). На предприятии разработана схема выбора делового партнера в определенной стране. После того как предприятие получает информацию об интересе той или иной иностранной компании к сотрудничеству, ей предлагается заключить контракт на поставку определенного количества станков на общих условиях. После осуществления поставки предприятие поддерживает постоянный контакт с иностранной компанией и получает информацию о том, как обстоят дела с продажей поставленных станков, их сервисным обслуживанием и т. д. Если станки проданы потребителям достаточно быстро, сервисное обслуживание осуществляется качественно и относительно самостоятельно и от компании поступают заявки на следующие поставки станков, то делается вывод о том, что дальнейшее сотрудничество с данной иностранной компанией будет успешным. В этом случае ей предлагается заключить соглашение на работу в качестве агента, официального представителя, дилера или дистрибьютора. Отдельным компаниям, продемонстрировавшим способность продавать большое количество станков, могут быть предоставлены исключительные права на продажу продукции предприятия в том или ином

регионе. Иностранная компания может получить такие права и без испытательного срока, но лишь в том случае, если других альтернатив сотрудничества в данном регионе не имеется. Как показывает практика, данная стратегия полностью себя оправдывает. В настоящее время у предприятия имеются агентские компании в Германии, Польше, Румынии, США, Египте, Иране, Вьетнаме и Российской Федерации. Кроме того, ряд компаний из других стран продает выпускаемые предприятием станки, обладая статусом регионального представителя де-факто.

Таким образом, свою хозяйственную деятельность ОАО «СтанкоГомель» строит на стратегии маркетинга, учитывающей все составляющие комплекса маркетинга.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ЛОЯЛЬНОСТИ БЕЛОРУССКИМИ КОМПАНИЯМИ

О. А. Богдановская

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

Научный руководитель И. А. Фукова

Программа лояльности – комплекс маркетинговых мероприятий для развития повторных продаж существующим клиентам в будущем, продажи им дополнительных товаров и услуг, продвижения корпоративных идей и ценностей, других видов потенциально прибыльного поведения.

Появление массовых программ лояльности относится к началу XX в. Так, в 1914 г. в США ряд магазинов начал выдавать специальные карточки состоятельным клиентам, а в 1928 г. бостонская компания Farrington Manufacturing впервые выпустила металлические пластины, которые выдавала платежеспособным клиентам. Однако сначала программы лояльности носили местный характер, объединение в национальные и международные произошло с развитием компьютерных технологий [1].

Со временем эффективность рекламы снижается и становится проще и дешевле удержать уже состоявшихся клиентов, чем пытаться привлечь новых. Существует закономерность, согласно которой 20 % клиентов приносят 80 % прибыли. Эти 20 % состоят из постоянных клиентов, которые регулярно покупают товар именно этой компании. Поэтому компании стремятся удержать постоянного клиента и стимулировать его приходиться чаще и покупать еще больше. Таким образом, можно сказать, что программа лояльности – это система мероприятий, направленных на удержание и поощрение постоянных покупателей.

Программы лояльности преследуют определенные цели.

Во-первых, стимулирование постоянных обращений клиента. Это приоритетная задача. Правильно построенная программа лояльности стимулирует клиента на более частые и крупные покупки. Например, выбирая парикмахерскую, клиент, вероятнее всего, выберет ту, где ему сделают скидку или предложат дополнительные бесплатные услуги.

Во-вторых, формирование информационной базы о клиентах. Программа лояльности позволяет собрать информацию о клиентах и наладить обратную связь, т. е. узнать о желаниях и потребностях клиента, сформировать определенный портрет своего постоянного клиента, собрать информационную базу для прямой рекламы, что повышает ее эффективность и снижает затраты. Например, заполняя анкету парфюмерной компании на улице, клиент получает бонус в виде одноразовой скидки,

или пробника духов, тем самым повышается вероятность того, что он через некоторое время зайдет в магазин этой фирмы и воспользуется своей скидкой или же купит понравившейся ему аромат. Компания же получает информацию о пожеланиях клиента и, анализируя полученные данные, может внести некоторые изменения в товарах или скорректировать рекламные программы.

В-третьих, формирование положительного образа компании в глазах клиента. Обратная связь позволяет учесть все пожелания клиентов, что не может не сказаться на отношении покупателя к компании. Например, исходя из анкет, компания выявила проблему цены своей продукции, из-за которой большая часть клиентской базы не может позволить себе купить этот товар. Пойдя навстречу покупателям и устроив какие-либо мероприятия по устранению этой проблемы (скидки, акции), компания привлекла к себе внимание новых клиентов и вернула прежних постоянных покупателей.

И последняя цель: привлечение новых клиентов. Как известно, самый эффективный канал рекламы – это рекомендации друзей и родственников. Лояльные клиенты «заражают» окружающих и привлекают новых клиентов.

Программы лояльности можно разделить на виды:

1. Дисконтные системы и дисконтные накопительные системы.

Плюсы данного вида:

– побуждает покупателя обращаться именно к той компании, где у него есть скидка;

– если товары исчерпаемы (например, продукты питания), то покупатель будет вновь и вновь возвращаться именно в тот магазин, где у него есть скидка. Особенно если действует накопительная система.

Минусы данного вида:

– если товары неисчерпаемы, то покупатель, даже не смотря на скидку, посетит данный магазин не скоро.

1.1. Дисконтная система – предоставление фиксированной скидки.

Дисконтная программа сети «Славия»

При единовременной покупке товаров на сумму от 800000 бел. р., покупателю выдается дисконтная карта на скидку 5 % от стоимости последующих покупок.

При единовременной покупке товаров на сумму от 1500000 бел. р., покупателю выдается дисконтная карта на скидку 7 % от стоимости последующих покупок.

Дисконтная программа сети «Мила»

Для получения дисконтной карты на скидку 5 % от стоимости покупки, необходимо оплатить стоимость карты в размере 20000 бел. р.

1.2. Дисконтная накопительная система – покупателю предоставляется скидка одного размера, при выполнении им установленных условий, обычно размер скидки увеличивается.

Дисконтная программа сети «Евроопт»

Для получения дисконтной карты необходимо оплатить ее стоимость в размере 10000 бел. р. В первом месяце покупателю дается скидка 1 %. В течение последующих месяцев использования дисконтных карт размер скидки будет зависеть от общей суммы всех покупок за предыдущий месяц.

Дисконтная программа сети «Электросила»

Накопительная карта 3 % выдается при совершении покупки на сумму от 1500 000 бел. р.

Накопительная карта 6 % выдается при совершении покупки на сумму от 10000000 бел. р.

При совершении покупки с использованием дисконтной карты, на ней накапливаются баллы. Баллами можно оплатить до 50 % от цены товара.

2. Подарочные сертификаты.

Плюсы:

- покупатель, имеющий в распоряжении сертификат, посетит магазин с вероятностью 90 %;
- даже если покупатель не использует сертификат, прибыль магазин уже получил;
- есть вероятность того, что клиент сделает покупку на большую сумму, чем та, что указана в сертификате.

Очевидных минусов нет.

Подарочные сертификаты – клиент вносит определенную сумму за карту, с помощью которой впоследствии может расплачиваться за товар.

Подарочные сертификаты сети «Алми»: подарочные сертификаты доступны в номиналах: 200000, 300000, 500000 и 1000000 р.

Подарочные сертификаты сети «Милавица»

Подарочные сертификаты на любую сумму.

3. Партнерство.

Партнерство – объединенная программа лояльности двух или нескольких компаний.

Партнерская программа лояльности сетей «Белвест» и «Мила»

Держатели дисконтных карт «Белвест» получают скидку 5 % на товары в сети «Мила», а держатели дисконтных карт «Мила» получают 5 % скидку на новую коллекцию «Белвест».

Плюсы:

- расширяет клиентскую базу.

Минусы:

- необходимость регулярных покупок.

4. Необходимость регулярных покупок.

Для сохранения скидок и некоторых привилегий клиенту необходимо регулярно пользоваться услугами компаний.

5. «Книжный клуб»

Для того чтобы оставаться членом клуба, необходимо раз в месяц заказывать хотя бы одну книгу. При несоблюдении этого правила членство аннулируется.

Плюсы:

- гарантирует регулярную прибыль;
- гарантирует регулярный сбыт товара.

Минусы:

- некоторое количество клиентов с течением времени неизбежно пропадет.

Программы лояльности в Республике Беларусь очень разнообразны. Каждый вид получил широкое распространение и развитие. Большинство компании Беларуси хоть раз, но использовали какой-либо из видов программ лояльности и это существенно увеличило их клиентскую базу, а также помогло удержать сотни клиентов. Однако зачастую непродуманная программа лояльности приводит к тому, что скидкой пользуются те люди, которые в любом случае приобретали бы товар; это в ряде случаев может принести убытки [2]. Поэтому использование программы лояльности должно быть продумано и направлено на правильную целевую аудиторию.

Литература

1. Программа лояльности // Wikipedia. ru.wikipedia.org. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Программа_лояльности. – Дата доступа: 22.02.2015.
2. Ценообразование и целесообразность скидок // Бесплатные консультации. loyalty.info. – Режим доступа: <http://www.loyalty.info/news/3467.html>. – Дата доступа: 22.02.2015.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
РТУП «БРП» РЕЧНОЙ ПОРТ «ГОМЕЛЬ»****О. В. Бондарева***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Р. А. Лизакова

РТУП «БРП» речной порт «Гомель» входит в состав Республиканского транспортного унитарного предприятия «Белорусское речное пароходство». Вышестоящей организацией для пароходства является Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Одним из основных факторов, который обусловил причины ухудшения многих ключевых макроэкономических показателей, важных для предприятия, явилась дестабилизация обстановки на Украине.

Особенно существенным минусом для РТУП «БРП» речной порт «Гомель» явился тот факт, что снижение объемов экспорта на Украину напрямую затронуло белорусских производителей строительных материалов и минеральных удобрений, которые часть экспортных объемов на Украину отгружали именно водным транспортом. Это касается таких товаров, как щебень, цемент, калийные удобрения.

Введенные экономические санкции против Российской Федерации (далее – РФ) привели к замедлению темпов роста российской экономики, что также сказалось на снижении объемов экспорта белорусской продукции в РФ. Экономика РФ потеряла, конечно, не столько, сколько украинская, но темпы ее роста свелись практически к нулю. Российская валюта потеряла к долл. США почти 65 %.

Данный факт привел к тому, что продукция российских и особенно украинских производителей, вследствие девальвации национальной валюты, стала стоить относительно дешевле. При этом многие из производителей, особенно с Украины, готовы демпинговать, только чтобы получить иностранную валюту, которую можно выгодно продать на черном внутреннем рынке. В итоге они начали не только отказываться от белорусского экспорта, но и пытаться хоть что-то продать в Россию по ценам ниже рыночных, чтобы получить валюту. Все это снизило объемы белорусского экспорта, а следовательно, и уменьшило потребность во внутренних перевозках сырья и материалов.

Образование Евразийского экономического союза обусловило открытость рынков РФ, Казахстана, а теперь еще Армении, упростились таможенные формальности и пр. Для водного транспорта отсутствие таможенных и пограничных формальностей является очень важным фактором, так как на воде это занимает больше времени, чем при других видах перевозок. Несмотря на тот факт, что объем водных перевозок в РФ не велик, они являются перспективным направлением развития, особенно при условии углубления верховий Днепра.

Существенно снизились темпы строительства в Республике Беларусь, вследствие сокращения поступлений в бюджет из-за падения экспорта в целевые регионы, в связи с чем низился спрос на строительные материалы, что повлекло сокращение

объема их грузоперевозок. Также в 2014 г. почти на 30 % по сравнению с 2013 г. увеличился размер чистых убытков экономически не эффективных субъектов хозяйствования Республики Беларусь. Это в целом говорит о снижении экономической активности в нашем целевом регионе, а также об увеличении степени риска неплатежей или полного свертывания хозяйственной деятельности некоторыми организациями [1, с. 23].

Основным положительным экономическим фактором для РТУП «БРП» речной порт Гомель, с учетом сложившейся ситуации в экономике, является тот факт, что предприятия практически не имеют прямых конкурентов. Новые или даже бывшие в употреблении суда стоят дорого. Также необходим причал, аренда места в порту, наличие квалифицированного персонала, диплом судоводителя у капитана судна, а главное – это лицензия Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь на осуществление водных грузовых или пассажирских перевозок. При этом данный сегмент водных грузоперевозок узок, а прибыль не велика, поэтому новым конкурентам нет никакой экономической целесообразности входить в данный бизнес.

Тем не менее уже появилась частная яхта вместимостью до 15 человек, предлагающая услуги отдыха на воде. Поэтому нашему предприятию необходимо также уделить внимание вопросу обновления собственных основных средств, чтобы предоставлять услуги соответствующего уровня. В настоящий момент отдых на теплоходе довольно популярен у белорусов, что является положительным фактором для РТУП «БРП» речной порт Гомель.

Многие жители Гомеля и не только стремятся заказать теплоход для проведения свадьбы, корпоратива, дня рождения или прочего массового мероприятия. Данная услуга также популярна у корпоративных заказчиков как частной, так и государственной формы собственности. Но техника РТУП «БРП» речной порт Гомель устаревает и изнашивается, поэтому необходимо уже сейчас думать о том, что предложить потребителям в будущем.

Учитывая все вышеизложенное можно сделать вывод о том, что, несмотря на не самую лучшую экономическую ситуацию, предприятию необходимо искать пути для повышения эффективности своего бизнеса в сегменте как грузовых, так и пассажирских перевозок. Это касается как экономии операционных затрат, так и повышения уровня оказываемого транспортного и логистического сервиса для юридических и физических лиц.

Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2015 : стат. сб. – Минск : М-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2015. – 540 с.

ВНЕДРЕНИЕ ТУРИСТИЧЕСКОЙ КАРТЫ ЛОЯЛЬНОСТИ КАК СПОСОБ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ТУРИСТОВ

Е. А. Верхуша

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

Научный руководитель Н. В. Снопко

Маркетинг территории – это продвижение ее интересов через планомерное конструирование хорошей репутации территории и ее рекламу среди целевых аудиторий – инвесторов, потенциальных жителей, туристов и других «потребителей» мес-

та. Маркетинг может включать широкий комплекс управленческих и публичных мероприятий, в которых у каждой категории местного сообщества своя роль.

Ведущей целью этих субъектов маркетинга территорий является создание, поддержание или изменение мнений, намерений и поведения субъектов-потребителей территории, в том числе: притягательность, престиж территории в целом, условий жизнедеятельности и деловой активности на территории, а также привлекательность сосредоточенных на территории природных, материально-технических, финансовых, трудовых, организационных, социальных и других ресурсов, а также возможностей реализации и воспроизводства таких ресурсов.

Опираясь на теорию 4P, можно выделить основные составляющие маркетинга территорий, которые включают:

- 1) территориальный продукт – ассортимент, количество и качество ресурсов территории;
- 2) цену территориального продукта – стоимость путевок, величина суточных карманных расходов, возможность получения скидок и др.;
- 3) размещение, распределение территориального продукта;
- 4) продвижение территории – это прежде всего рекламная и PR-кампания, включая определение адресатов и каналов продвижения информации, ее оптимальных форм, носителей, объемов, временных режимов ее предъявления.

В качестве инструмента маркетинга территорий в последнее время разными странами начали использоваться программы лояльности. Программы лояльности – это главный инструмент маркетинга, который главной своей задачей ставит формирование числа постоянных потребителей, которые нужны практически в любой сфере деятельности.

На данный момент хорошо известны две туристические программы лояльности:

- 1) туристическая карта лояльности WildVisitorCard, которую в 2010 г. выпустило Министерство туризма Южно-Африканской Республики. Держатели карты получают скидки на посещение национальных парков Южной Африки, а также получают скидки на возможность пользования услугами более чем двух тысяч партнерских компаний, включая турагентства, розничную торговлю и сферу развлечений. Скидки зачисляются на карту в режиме реального времени и могут быть потрачены в любой партнерской компании. Дополнительные выгоды для держателей карт это помощь в кризисных ситуациях, предоставление информации, обслуживание на нескольких языках, отсутствие абонентской платы за мобильный телефон и отсутствие комиссии при обмене валюты;

- 2) карта лояльности «Я люблю Сочи», которую в начале 2015 г. администрация курортного города Сочи предложила туристам. Данная карта предоставляет скидки от 15 до 75 % на питание, проживание и развлечения. Карта лояльности действует 1 год с возможностью продления. Приобрести скидочную карту можно в отелях, которые участвуют в акции.

Данный инструмент продвижения территории можно использовать и для продвижения Республики Беларусь на мировом туристическом рынке.

Карта лояльности Беларуси предоставит туристам скидки на услуги предприятий-партнеров в размере 10 %. В число предприятий-партнеров будут входить:

- 1) основные туристические объекты Республики Беларусь, такие как Беловежская пуша, Несвижский замок, Мирский замок, Гомельский дворцово-парковый ансамбль и др.;
- 2) несколько гостиничных предприятий в каждом областном городе;

- 3) несколько предприятий питания в каждом областном городе;
- 4) транспортные компании (такси) в областных городах;
- 5) предприятия, предоставляющие различного рода развлекательные услуги: кинотеатр им. Калинина, Минский зоопарк, Большой театр оперы и балета Республики Беларусь и др.

Распространение карты лояльности предполагается в дипломатических представительствах Беларуси, на приграничных пунктах, а также в организациях, участвующих в программе. Срок действия карты – один год с возможностью продления. Карта лояльности Беларуси не является именной и действует на группу до пяти человек.

Для расчета стоимости карты лояльности Беларуси необходимо знать среднее число дней пребывания туристов в Республике Беларусь и среднее количество денежных затрат, которые туристы тратят на пребывание в Беларуси за сутки.

Национальное агентство по туризму представило данные о количестве дней отдыха и затратах туристов в Республике Беларусь за 2014 г., согласно которым видно, что туристы из Азии и Африки приезжают на 8–9 дней. Россияне и европейцы приезжают на 3–4 дня. Азиаты и африканцы за один визит тратят около 2500 дол. Россияне и европейцы тратят примерно 500–600 дол. за поездку. Таким образом, опираясь на данные национального агентства по туризму, а также на данные преискурантов предприятий-партнеров рассчитаем среднюю стоимость пребывания на протяжении одного дня в Республике Беларусь для одного туриста.

В табл. 1 представлена средняя стоимость проживания для туристов на территории Беларуси в течение одних суток и сумма 10%-й скидки. Данные о стоимости размещения представлены в соответствии с информацией сайта Booking.com, данные о стоимости питания, посещения достопримечательностей, проезде на такси и других развлечениях представлены в соответствии с информацией сайта Relax.by.

Таблица 1

Средняя стоимость проживания в день

Тип услуги	Средняя стоимость	Сумма 10%-й скидки
Размещение	1100000	110000
Питание	400000	40000
Проезд на такси	180000	18000
Посещение достопримечательностей	80000	8000
Другие развлечения	280000	28000
Средние затраты в день	2040000	204000

В Республике Беларусь процент прибыли, закладываемый в стоимость турслужбы колеблется в пределах 15–30 %. Следовательно, приобретая карту лояльности Беларуси туристы смогут сэкономить 5–20 %. Карта лояльности Беларуси будет выгодна для туристов, которые приезжают в Республику Беларусь на срок больше четырех дней.

Стоимость изготовления одного экземпляра пластиковой карты в компании «Реал Кард» составляет 14000 бел. р.

Рассчитаем стоимость карты по формуле (1):

$$Ц = 3к \cdot КД + Зизг, \quad (1)$$

где Ц – стоимость карты, бел. р.; Зк – затраты компаний, предоставляющих скидку, на одного туриста в день, бел. р.; КД – количество дней отдыха туристов на территории Республики Беларусь. Примем КД = 4, так как среднее число пребывания туристов в Республике Беларусь составляет 4 дня; Зизг – затраты изготовления карты, бел. р.

$$Ц = 204000 \cdot 4 + 14000 = 830000 \text{ бел. р.}$$

Социальный эффект от данного мероприятия можно рассчитать с ориентацией на эффект от аналогичных мероприятий, которые были разработаны и внедрены на территориях Южно-Африканской Республики и города Сочи.

В табл. 2 рассмотрен эффект от внедрения карты лояльности WildVisitorCard.

Таблица 2

Туристические показатели ЮАР

Год	Число туристов, тыс. чел.				Изменение, %			
	2010	2012	2013	2014	12/11	13/12	14/13	14/10
ЮАР	8074	9188	9537	9549	10,2	3,8	0,1	18,3

Из табл. 2 видно, что за период существования (с 2010 г.) WildVisitorCard, число иностранных туристов, посетивших Южно-Африканскую Республику, увеличилось на 18,3 %.

В табл. 3 рассмотрен эффект от внедрения карты лояльности «Я люблю Сочи».

Таблица 3

Туристические показатели города Сочи

Год	Число туристов, тыс. чел.				Изменение, %		
	2012	2013	2014	2015	13/12	14/13	15/14
Сочи	3500	4000	5400	6100	14,3	35	13

Из табл. 3 видно, что в 2015 г. число туристов, посетивших Сочи, увеличилось на 13 %. С ориентацией на эти данные можно предположить, что туристическая карта лояльности привлекает около 14,2 % туристов и аналогичный эффект от разработки карты лояльности Беларуси будет в Республике Беларусь. Такой эффект позволит увеличить поток иностранных туристов примерно на 20000 человек, что увеличит денежные поступления от иностранных туристов на 46841,7 млн бел. р.

Также следует отметить, что внедрение карты лояльности Беларуси, как и реализация любой другой программы лояльности, поощряя держателей карт, создает благоприятное впечатление о возможностях страны.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М. В. Гончар

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

Научный руководитель И. А. Фукова

В последние десятилетия международный туризм сделал гигантский рывок, превратившись в одну из самых крупных и высокодоходных отраслей мирового хозяйства. При всем впечатляющем росте индустрии гостеприимства именно качественные сдвиги в туристском спросе и предложении определяли развитие международного туризма в последние десятилетия.

С начала 2000 г., т. е. с момента стабилизации, связанной с изменениями 90-х гг., и по сегодняшний день в спросе на рынке туристических услуг Республики Беларусь появились новые тенденции. Стоит отметить, что большинство из них имеют общемировой масштаб и в Беларуси получают разную степень внедрения и принятия. Это обусловлено рядом факторов экономического и социального порядка, а также изменениями в психологии современного человека. Такими тенденциями являются:

1. Увеличение числа недорогих отелей и альтернативного жилья. Эта общемировая тенденция только набирает обороты в Беларуси. Число отелей 5 звезд практических не меняется на протяжении многих лет, а вот число отелей, имеющих 4, 3, 2 и даже одну звезду, начинают понемногу вытеснять более дорогие отели. В Беларуси наибольшее число отелей имеет статус 3*. Также набирают обороты хостелы и отели типа «постель и завтрак». На 2015 г. диаграмма распределения числа отелей по звездам в Беларуси представлена на рис. 1.

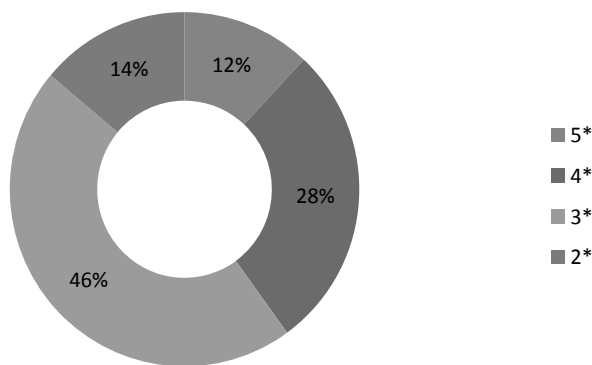


Рис. 1. Процентное отношение отелей Беларуси по звездам [1]

2. Увеличение доли мелких турагентств. Эту тенденцию можно объяснить отсутствием необходимости получения лицензии и вкладом достаточно небольших денежных средств в стартовый капитал по сравнению с другими видами бизнеса. Об этом свидетельствует тот факт, что с каждым годом, по данным сборника «World travel and tourism council», капиталовложения в туризм увеличиваются. Например, при отрицательном проценте капиталовложений в 2013 г., который составил -13,3 %, в 2015 г. этот показатель равен 1,5 %, а к 2025 г. прогнозируется рост капиталовложений до 2,6 % [1].

3. Увеличение доли самостоятельных путешествий, которые связаны с отказом от услуг туристических фирм и самостоятельным поиском и бронированием билетов, отелей и прочего. Данная тенденция является общемировой и наиболее очевидна в странах Европы и США, в Республике Беларусь находится на начальной стадии; подтверждение – цифры.

4. Уменьшение количества дней в поездках с одновременным увеличением частоты поездок. Такая тенденция связана с увеличением числа путешествующей самостоятельно молодежи и людей среднего возраста, которые предпочитают дробить свой отпуск, для поездок в туры выходного дня или недельные туры. Турфирмы Беларуси на сегодняшний день адаптировались к таким запросам потребителей и можно наблюдать большое количество предложений отдыха на непродолжительный срок.

5. Рекреационный туризм доминирует над деловым. Если в 70-х гг. XX в. на рынке международного туризма преобладал деловой сегмент, то в настоящее время соотношение конкретно в Беларуси изменилось в сторону рекреационного туризма: 59,2 % туристов путешествуют с целью отдыха и только 40,8 % – с деловыми целями [1]. Диаграмма, которую демонстрирует Всемирная туристская организация, отражает вклад денежных средств в ВВП в зависимости от вида туризма (рис. 2).



Рис. 2. Вклад туристской индустрии в ВВП, % [1]

6. Спрос формирует предложение. Данную ситуацию стоит рассматривать в историческом контексте, когда из-за ограниченности в географии путешествий и сложности с выездами в большинство доступных сейчас регионов, спрос формировался в соответствии с тем, что мог предложить рынок. Сегодня можно наблюдать противоположную тенденцию: рынок является насыщенным, имеется конкуренция между туристическими фирмами, потребители туристических услуг становятся более требовательными и способны диктовать рынку условия, которые считает для себя приемлемыми. В Беларуси, ввиду большого числа турагентств, они вынуждены подстраиваться под запросы клиентов, чтобы выдержать конкуренцию.

7. Расширение туристского спроса пожилых людей. Изучение потребностей разных возрастных групп населения свидетельствует, что в отличие от занятой части населения, для которой туризм – это отдых, позволяющий отойти от повседневных забот и восстановить свою работоспособность, для пенсионеров, располагающих значительным свободным временем, турпоездка – форма активного образа жизни. Данное обстоятельство, в частности, объясняет наличие туристского рынка лиц старшего возраста – «туризм третьего возраста». Такая тенденция наиболее применима к странам Европы, однако не стоит недооценивать ее по отношению к белорусскому рынку туристических услуг, так как, ввиду широкого спектра учреждений оздоровительного

типа в Беларуси, они наиболее популярны среди людей старшего возраста, что не исключает возможности желая оздоровиться в учреждениях других стран.

8. Переход от работы на сайтах в социальные сети. Данная тенденция является наиболее объяснимой с той точки зрения, что потребителя туристических услуг наиболее вероятно привлечь там, где он чувствует себя наиболее комфортно и проводит много времени, т. е. в социальных сетях, нежели чем заставить совершать действия, связанные с переходом на сайт. Об этом можно судить по количеству подписчиков на различные туристические агентства в социальных сетях.

9. Слияние объектов индустрии туризма в крупные корпорации, для получения конкурентного преимущества. Наиболее ярким примером служит слияние отелей в крупные гостиничные цепи. Такие крупные цепи также представлены в Беларуси: отель Crowne Plaza, который представляет международного гостиничного оператора – сеть InterContinental. Всего к 2016 г. в Минске запланировано открытие пяти гостиниц сетевых брендов: Marriott International, Novotel Minsk, Hilton, Hampton by Hilton, Novotel Minsk, Kempinski [2].

Анализируя современные тенденции развития туризма, можно увидеть, что каждая новая тенденция может получить как широкое распространение по всему миру, так и в отдельном регионе, что необходимо учитывать в каждой конкретной ситуации. Развитие той или иной тенденции увязано с множеством факторов как внутренней, так и внешней среды государства. Основными из них можно выделить: уровень развития экономики, отношение общества и государства к инновациям в сфере туризма, связь и сотрудничество данного государства с государствами, которые являются новаторами и вводят новые идеи и направления развития туризма в своей стране и предлагают эти идеи для развития других стран. Каждое новое веяние в сфере туризма должно быть учтено как рынком в целом, так и отдельными его субъектами для нормального функционирования и создания конкурентного преимущества.

Литература

1. Сборник Всемирной туристской организации «Путешествия и туризм. Беларусь. Экономические тенденции 2015», 2014.
2. Беларусь сегодня. – Режим доступа: <http://belarustoday.by/news/view/130934>. – Дата доступа: 12.03.2016.

PEST-АНАЛИЗ ЗАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

А. А. Господарева

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

PEST-анализ является маркетинговым инструментом, который предназначен для выявления политических, экономических, социальных и технологических аспектов внешней среды, которые влияют на стратегическую деятельность предприятия.

Цель использования методики «PEST»-анализа: выявить важнейшие факторы макросреды предприятия, оказывающие на его деятельность и ее перспективы решающее значение.

Рассмотрим более подробно наиболее значимые факторы макросреды и механизм их влияния на ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод».

1. Политико-правовые факторы.

1.1. Создание Евразийского экономического союза.

Сущность фактора: единое экономическое пространство, в пределах которого обеспечивается свобода движения товаров и проведение скоординированной, согласованной или единой политики в отраслях экономики.

Механизм влияния: предприятие может экспортировать свою продукцию в Россию и Казахстан, не уплачивая пошлины, снижение цены, привлечение дополнительных клиентов, увеличение объемов реализации.

Фактор оказывает позитивное воздействие на деятельность предприятия.

1.2. Государственная промышленная политика.

Сущность фактора: государственная промышленная политика направлена на укрепление промышленного комплекса в целом.

Механизм влияния: позволяет развиваться предприятию, повышение конкурентоспособности товара, увеличение темпов роста производства.

Фактор оказывает позитивное воздействие на деятельность предприятия.

2. Экономические факторы.

2.1. Постоянные клиенты.

Сущность фактора: постоянные клиенты – это стабильная прибыль. Значительное уменьшение времени принятия заказа, особая ценовая политика в отношении постоянных клиентов (предоставление скидок, отсрочек платежа).

Механизм влияния: особая ценовая политика в отношении постоянных клиентов (уменьшение времени принятия заказа).

Фактор оказывает положительное воздействие на деятельность предприятия.

2.2. Повышение цен на материалы.

Сущность фактора: снижение стоимости продукции на внешних рынках и увеличение стоимости импортного сырья.

Механизм влияния: повышение конкурентоспособности на внешних рынках; повышение себестоимости продукции.

Фактор оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на деятельность.

2.3. Изменение доли рынка.

Сущность фактора: увеличение (уменьшение) объемов продаж и полученной прибыли по сравнению с конкурентами.

Механизм влияния: увеличение (снижение прибыли) и объемов продаж.

Фактор оказывает отрицательное воздействие на деятельность предприятия.

3. Социальные факторы.

3.1. Репутация предприятия.

Сущность фактора: управление отношениями с потребителями, клиентами, партнерами и источник достижения конкурентного преимущества.

Механизм влияния: создавать устойчивое и благоприятное впечатление о бизнесе, укреплять доверие, управлять оценками, выбором, поведением потребителей и партнеров.

Фактор оказывает положительное воздействие на деятельность предприятия.

4. Технологические факторы.

4.1. Новые технологии.

Сущность фактора: средство повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

Механизм влияния: появление и внедрение новых технологий приносит существенные конкурентные преимущества.

Фактор оказывает позитивное воздействие на деятельность предприятия.

4.2. Тенденции в сфере НИОКР.

Сущность фактора: воздействие технологических изменений на организацию проявляется в ее стремлении опередить конкурентов за счет своевременного использования результатов НИОКР.

Механизм влияния: работы, направленные на получение новых знаний и их практическое применение.

Фактор оказывает позитивное воздействие на деятельность предприятия.

4.3. Быстрое старение оборудования.

Сущность фактора: при устаревании техники требуются дополнительные средства на его содержание.

Механизм влияния: уменьшение доходности предприятия.

Фактор оказывает отрицательное воздействие на деятельность предприятия.

На основании проведенного анализа можно предложить ряд мер по усилению или ослаблению влияния вышерассмотренных факторов (см. таблицу).

Меры влияния, принятые на основе PEST-анализа внешней среды ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод»

Фактор	Меры влияния
Создание Евразийского экономического союза	Разработка новых конкурентных преимуществ, снижение издержек, ориентация на постоянных клиентов
Государственная промышленная политика	Стимулирование сбыта, выход на новые рынки сбыта
Постоянные клиенты	Стимулирование сбыта, предоставление скидок при определенном объеме закупки, поиск новых клиентов
Повышение цены на материалы	Поиск новых внешних рынков сбыта, усилить участие в международных выставках, организовать совместное предприятие, развивать новую товаропроводящую сеть, анализ конъюнктуры, поиск более дешевых видов сырья, изменение технологии, замена устаревшего оборудования
Изменение доли рынка	Стимулирование сбыта, поиск новых клиентов, выход на новые рынки сбыта, увеличение конкурентного преимущества
Репутация предприятия	Стимулирование сбыта, поиск новых клиентов, анализ каналов распределения, выход на новые рынки сбыта
Новые технологии	Стимулирование сбыта, поиск новых клиентов, анализ каналов распределения, выход на новые рынки сбыта
Тенденции в сфере НИОКР	Развитие конкурентоспособности изделия, увеличение конкурентного преимущества, увеличение ассортимента и качества выпускаемой продукции
Быстрое старение оборудования	Модернизация или ввод нового оборудования

Источник: собственная разработка.

Анализ внешней среды помогает получить важные результаты. Он дает организации время для прогнозирования возможностей, время для составления плана на случай непредвиденных обстоятельств, время для разработки системы раннего пре-

дупреждения на случай возможных угроз и время на разработку стратегий, которые могут превратить прежние угрозы в любые выгодные возможности.

На практике PEST-анализ удобно применять при разработке плана маркетинга или бизнес-плана. На основании полученной информации о рынке формируется комплекс целей и стратегий компании.

Макросреда представлена силами широкого социального плана, которые оказывают влияние на само предприятие и на его микросреду.

Анализируя все вышеперечисленное, можно убедиться, что на деятельность ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод» влияет достаточное количество различных факторов макросреды, к ним относятся экономические, политические, технологические и социальные аспекты.

Наиболее сильными угрозами для предприятия являются повышение цен на материалы, старение оборудования, уменьшение доли рынка. Ведь они могут привести к уменьшению объема производства, и как следствие, сбыта продукции.

Некоторые факторы внешней среды, такие как развитие новых технологий, увеличение доли рынка, обуславливают возможности и потенциал инноваций, благодаря которым предприятие может развиваться.

Одним из благоприятных факторов является репутация предприятия, так как позволяет создавать устойчивое и благоприятное мнение о деятельности предприятия, укреплять доверие своих клиентов, управлять оценками, выбором, поведением потребителей и бизнес-партнеров.

Постоянные клиенты – это стабильная прибыль. Значительное уменьшение времени принятия заказа, особая ценовая политика в отношении постоянных клиентов (предоставление скидок, отсрочек платежа). ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод» поддерживает связи со всеми своими клиентами, а также активно ищет новых потенциальных клиентов и всеми силами старается найти новые рынки сбыта.

Стоит обратить внимание на появление нового, более мощного оборудования, но также и на развитие разработок в сфере НИОКР, так как есть возможность технологических изменений организации. Если вовремя воспользоваться такими разработками, т. е. возможность опередить конкурентов за счет своевременного использования результатов НИОКР.

Таким образом, PEST-анализ – это действенный метод, способствующий общему пониманию рынка, определению позиции организации, перспектив развития и направления бизнеса.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРЕННЕГО ОТРАСЛЕВОГО РЫНКА ОАО «8 МАРТА»

С. Я. Дмитриченко

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

Научный руководитель Р. А. Лизакова

ОАО «8 Марта» является одним из крупнейших производителей трикотажных и чулочно-носочных изделий. Миссия предприятия состоит в максимальном удовлетворении потребностей в качественном мужском, женском, детском белье, верхнем трикотаже, спортивном и купальном ассортименте, чулочно-носочных изделиях для всех половозрастных групп населения. Ежегодно на предприятии ведется углубленная работа по созданию и внедрению новых технологий, нового ассортимента.

Основной акцент для выпуска продукции ставится на естественные природные свойства и экологическую чистоту, практичность и комфорт, удобство в носке и дизайн, отвечающий модным тенденциям. Вся товарная номенклатура ОАО «8 Марта» состоит из следующих товарных групп:

- трикотажные изделия;
- чулочно-носочные изделия;
- трикотажное полотно.

Одним из главных факторов развития предприятия является выпуск импортозамещающей продукции. ОАО «8 Марта» имеет импортозамещающую программу по производству потребительских товаров (трикотажных и чулочно-носочных изделий) в количестве 640 тыс. шт. Для обеспечения выполнения данной программы проводится целенаправленная работа по внедрению новых технологий, новых решений в ассортименте, использования новых современных видов сырья: микромодалной вискозной пряжи, синтетических нитей специального назначения (Thermolite, Coolmax), пряжи секционного крашения, льносодержащей пряжи высоких номеров с разными смесовыми составами, высокоизвитых полиэфирных нитей ОАО «Светлогорск Химволокно» для производства купального и спортивного ассортимента.

ОАО «8 Марта» из года в год наращивает объемы выпуска и реализации данного ассортимента с целью укрепления своих позиций на рынке и формирования положительного имиджа предприятия. В таблице представлен объем выпуска импортозамещающей продукции.

Выпуск импортозамещающей продукции в 2014–2015 гг.

Наименование проекта	2014 г., тыс. шт./тыс. пар		2015 г., тыс. шт./тыс. пар		Темп роста, %
	план	факт	план	факт	
Производство трикотажных изделий	1139,4	1193,7	1452,0	1697,6	142,2
Производство чулочно-носочных изделий из новых видов сырья	115,0	117,0	117,0	119,7	102,3

В 2015 г. выпуск трикотажных изделий импортозамещения вырос на 42,2 % по сравнению с выпуском прошлого года. Данный рост обусловлен возросшей востребованностью ассортиментной группы товаров импортозамещения, исходя из улучшенного качества и расширения модельного ряда изделий. Увеличение выпуска импортозамещающих чулочно-носочных изделий в 2015 г. обусловлено расширением модельного ряда и новых видов переплетений.

В 2015 г. одним из направлений развития предприятия в ассортиментной политике было определено расширение и обновление выпуска трикотажных изделий для спорта и отдыха. Однако недостаток оборотных средств не позволил в полной мере восполнить потребность в трикотажном полотне (состав: полиамид – 80 %, лайкра – 20 %) для выполнения программы по купальному ассортименту, что повлекло за собой снижение выпуска данных изделий по отношению к 2014 г.

В 2016 г. предприятию необходимо продолжать развивать данную нишу товарного ассортимента для более полного удовлетворения потребностей рынка и вытеснения из него зарубежных производителей.

Белорусский рынок трикотажных и чулочно-носочных изделий характеризуется высокой степенью насыщенности товарами не только белорусского производства, крупными производителями которых являются ОАО «8 Марта», ОАО «Світанак», ОАО «Купалинка», компания «Mark Formelle», ОАО «БЧК», СООО «Conte» и т. д., но и товарами зарубежных производителей (Турция, Китай, Польша, страны Средней Азии). Основными конкурентами ОАО «8 Марта» на внутреннем рынке являются:

– по трикотажным изделиям – ОАО «Світанак» (г. Жодино), ОАО «Купалинка» (г. Солигорск);

– по чулочно-носочным изделиям – ОАО «Брестский чулочный комбинат».

Позиции ОАО «8 Марта» в конкурентной среде Республики Беларусь по показателю выпуска продукции за 2014–2015 гг. представлены на рис. 1.

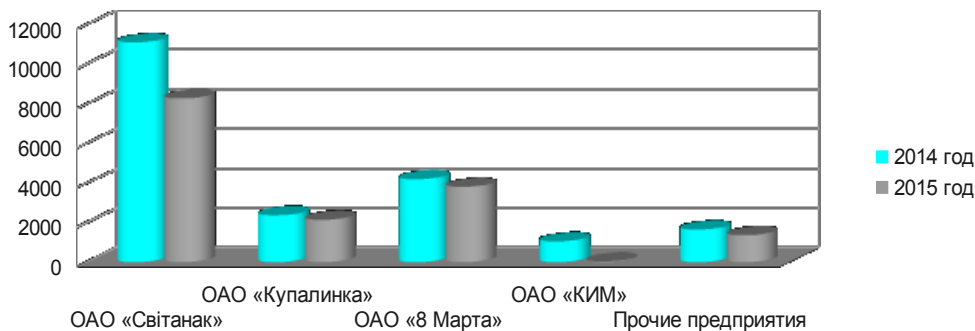


Рис. 1. Удельный вес предприятий-конкурентов по выпуску трикотажных изделий в общем объеме трикотажной отрасли за 2014–2015 гг., тыс. шт.

Таким образом, во всей отрасли наблюдается динамика снижения выпуска трикотажных изделий. Основной причиной снижения выпуска является наличие высокой степени конкуренции, а также развитие гипермаркетов, супермаркетов и дискаунтеров, в наличии которых имеется продукция со стороны стран Средней Азии невысокого качества, по низким ценам. ОАО «Світанак» продолжает занимать лидирующее положение по объемам выпуска трикотажных изделий. Удельный вес предприятия в общем объеме отрасли за 2015 г. составил 53 %. Доля присутствия ОАО «8 Марта» за данный период выросла на 3,8 % по сравнению с 2014 г. и составила 24,4 %. Для закрепления своих позиций на рынке трикотажных изделий ОАО «8 Марта» старается создать яркий и запоминающийся образ изделия. Для этого необходимо использование не только актуальных тканей, но и применение штучных печатей, отделочных элементов, аксессуаров. С этой целью ОАО «8 Марта» на разработанных моделях применяет растровую и векторную графику, а также использует для декорирования стразы различной цветовой гаммы. Новые виды декора – вышивание пайетками, шнуром, отделки воротниками, манжетами, планками – поспособствовали расширению модельного ряда выпускаемых изделий, улучшению внешнего вида моделей.

Ведущим производителем на рынке чулочно-носочных изделий в Республике Беларусь является ОАО «Брестский чулочный комбинат», доля присутствия которого за 2015 г. увеличилась на 16,4 % по сравнению с 2014 г. и составила 82,6 %. Позиция ОАО «8 Марта» в 2015 г. по сравнению с предыдущим периодом снизилась на 1,1 % и составила 16,1 %; доля присутствия ОАО «КИМ» снизилась на 15,3 %. Удельный вес предприятий-конкурентов по выпуску чулочно-носочных изделий в общем объеме за 2014–2015 гг. представлен на рис. 2.

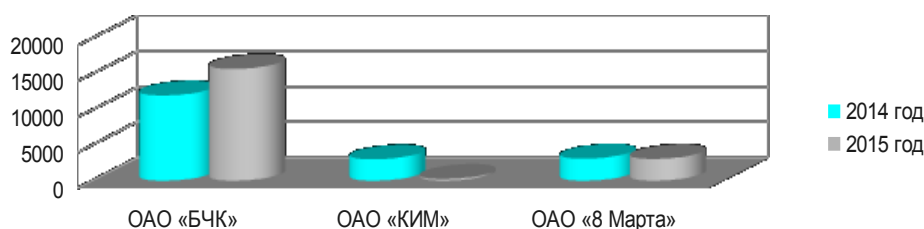


Рис. 2. Удельный вес предприятий-конкурентов по выпуску чулочно-носочных изделий в общем объеме отрасли за 2014–2015 гг., тыс. пар

В 2015 г. укрепила свои позиции на рынке чулочно-носочных изделий в Республике Беларусь компания «Mark Formelle», разместив торговое оборудование во всех крупных торговых центрах республики, что усложнило задачу ОАО «8 Марта» в продвижении и позиционировании своей продукции. В 2015 г. предприятие активно внедряло и модернизировало модели выпускаемого чулочно-носочного ассортимента, согласно целям был расширен модельный ряд во взрослом и детском ассортименте в спортивном направлении. Спрос на данный ассортимент высокий и устойчивый, поэтому в 2016 г. необходимо продолжить выпуск указанных изделий. В 2016 г. будут разработаны следующие новые модели:

- носки женские спортивные, плюш;
- носки женские/детские с применением люминисцентного полиэфира;
- носки детские с использованием прессового бортика;
- носки детские хлопкополиэфирные в сочетании с хлопком.

Данный ассортимент будет выполнен в ярких колористиках и будет пользоваться устойчивым и повышенным спросом ввиду оригинальности дизайна.

Приоритетные задачи по стимулированию продаж чулочно-носочных изделий на 2016 г. – это закрепление уже имеющихся позиций путем увеличения отгрузки постоянным контрагентам и размещение специального оборудования в торговых объектах Республики Беларусь, а также расширение присутствия чулочно-носочных изделий ОАО «8 Марта» в системе гипермаркетов.

Таким образом, для успешной реализации выпускаемой продукции и увеличения степени присутствия предприятия на рынке необходимо осуществлять комплекс последовательных и взаимосвязанных между собой мероприятий, направленных на рост объема продаж и в целом формирование положительного имиджа предприятия.

ИМИДЖ ГОРОДА ГОМЕЛЯ ДЛЯ МОЛОДЕЖНОГО СЕГМЕНТА

Е. Д. Дорофеева

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

Научный руководитель И. А. Фукова

Имидж города – это деятельность, направленная на формирование положительного, привлекательного образа города, непосредственно влияющего на привлечение туристов, инвестиций, и, соответственно, на социально-экономическое развитие региона, способного обеспечить лидерские позиции региона среди окружающих субъектов-территорий и играть огромную информационно-воспитательную роль для его граждан на периоды разной временной длительности [1].

Как и любой процесс, происходящий в современных экономических условиях, процесс создания положительного имиджа города находится под влиянием разнообразных факторов, оказывающих воздействие на его формирование.

Факторы, влияющие на процесс создания имиджа города:

1. *Территориальная принадлежность.* В сознании людей при процессе восприятия город не может быть оторван как от региона, так и от страны, к которой он относится. При формировании имиджа города имидж региона или страны остается неизменным. Данный фактор не зависит от самого города, но при этом его необходимо учитывать. Город Гомель – часть Республики Беларусь, второй по величине город страны. Также он является административным центром. Гомель расположен на одном из важных торговых путей «из варяг в греки» и на маршруте различных транзитных путей, что влияет на его экономическое и туристическое положение. Кроме того, Гомель расположен на востоке страны, рядом со странами-соседями – Россией и Украиной, что придает его жителям свой отличительный менталитет.

2. *Уровень и качество властных структур города.* В странах, где власть является персонифицированной, имидж города находится в большой зависимости от имиджа и хорошей личной репутацией политического лидера, являющегося его руководителем или руководителем региона или страны в целом. К примеру, личность президента республики Беларусь достаточно известна за рубежом. Поток инвестиций в город или бюджетные ассигнования напрямую связаны с авторитетом его руководителя. Надежность, открытость для сотрудничества с другими структурами руководителей города, а также восприимчивость к нововведениям и инновациям оказывают существенное влияние на имидж города. К сожалению, политического «лица» в данный момент город не имеет, а молодежь с трудом может назвать руководящих лиц города.

3. *Участие города в значимых процессах и крупных проектах.* Принадлежность города к такому фактору может обусловить приток инвестиций в развитие, а также быть привлекательным для высококвалифицированной рабочей силы. Такими примерами являются: построение турецкой компании – инвестором завода по производству кальцинированной соли [2], строительство в Гомельской области в г. Добруше картонного комбината совместно с китайскими партнерами и др. Крупные молодежные проекты осуществляет Белорусский Республиканский Союз Молодежи, однако он не имеет абсолютной поддержки среди молодежи города.

4. *Общий статус города.* Данный фактор отражает место города в общей структуре других городов по различным критериям, например, по степени развития, роли в политической, экономической, культурной жизни страны в целом. Культурная жизнь города Гомеля развита достаточно, в распоряжении граждан города имеется 3 театра, 3 кинотеатра, цирк и многие другие заведения для молодежи. В настоящий момент жители города не испытывают трудностей в организации досуга или проведения свободного времени, что сказывается на статусе города в их глазах. Для поиска работы или получения образования нет необходимости покидать город, так как в Гомеле располагаются 7 высших учебных заведений и большинство предприятий города принимает на работу молодых специалистов. Также статус города определяется его потенциалом и располагаемыми ресурсами, в том числе и внешними связями с другими городами и странами, наличие которых представляет город как активно развивающуюся и надежную структуру. Примером этого может послужить наличие в городе аэропорта (второго действующего аэропорта Республики Беларусь) и др.

5. *Ориентация развития города на инновации и прогресс.* В современных условиях инновации приобретают не просто важное, а стратегическое значение. Поэтому город, нацеленный на инновации и перспективу, более привлекателен для людей, особенно для молодежи. На предприятиях нашего города используются только новые автоматические технологии, производство товаров осуществляется по европейским стандартам и по «последнему слову техники». Инновации для молодежи имеют первостепенное значение. Так, wi-fi доступ имеют уже большое количество предприятий питания. Практически все предприятия рекламируют себя в сети интернет.

6. *Быстрота осуществляемых перемен в городе, динамизм.* В данном случае городу важно показать, что он обладает высоким потенциалом в развитии, располагает необходимыми ресурсами и возможностями, имеет основы для быстрого карьерного роста молодых перспективных работников.

7. *Впечатление, производимое городом.* Фактор обусловлен наличием в расположении города памятников архитектуры, оригинальных, красивых зданий, парков, памятников. На эмоциональное впечатление, которое город может оказать на приезжающих людей и его жителей, влияет эстетический облик города. Если город обладает историческими ценностями и памятниками, то он может сформировать облик старинного города, который ценит традицию и историю своего развития. В нашем городе достаточно хорошо сохранилось историческое прошлое, улицы выполнены в Европейском стиле (старый центр и современная планировка окраин). На историческое развитие города также повлияли такие знаменитости, как Ирина Паскевич, Николай Румянцев и др. Город производит впечатление на все возрастные категории туристов.

8. *Историческое прошлое.* Наличие богатой истории города является важным элементом привлечения внимания туристов. Изначально имидж территории создает его история. При формировании положительного имиджа города важное значение имеет идентификация жителей города с определенной идеей, которую несет в себе имидж. То есть, например, при создании легенды как основы для формирования имиджа необходимо связать ее с определенным историческим событием, произошедшим в городе, который вызывает у жителей своеобразный дух единения, чувство патриотизма.

9. *Общая безопасность города.* Общая безопасность обуславливается обстановкой в городе, уровнем преступности, уровнем наблюдения специальных уполномоченных органов за соблюдением общественного порядка в городе. Спокойный город с низким уровнем преступности является более привлекательным для людей как в области туризма, так и в области переселения с целью дальнейшего проживания в нем. Гомель стоит на третьем месте по безопасности в Республике Беларусь [3].

10. *Благоприятные условия для отдыха и туризма.* Сфера туризма, развитая на высоком уровне, дает возможность посетителям города сформировать определенное положительное мнение, создать собственный образ посещаемого города. Эффективность развития сферы туризма в городе находится в прямой зависимости от того, как на уровне государства воспринимается данная отрасль и насколько она пользуется государственной поддержкой. В нашем городе расположено достаточно большое количество гостиниц и отелей, городской пляж оборудован всеми удобствами для отдыха граждан, также в городских музеях используются аудиогиды. Таким образом, можно сказать, что в нашем городе имеются самые благоприятные условия для туризма и отдыха молодежной аудитории.

11. *Ритм жизни города.* Данный фактор характеризуется степенью напряженности города. Города могут обладать быстрым или наоборот умеренным ритмом жизни

и тем самым привлекать различную аудиторию. Некоторые люди предпочитают быстрый ритм жизни и их, соответственно, привлекают города с напряженным ритмом. Другие наоборот предпочитают спокойную обстановку. Поэтому здесь необходимо определить каким именно ритмом обладает город для привлечения соответствующей аудитории. К примеру, Гомель обладает более спокойным ритмом жизни, чем Москва или Нью-Йорк [4].

Рассматривая данную тему, был проведен опрос, цель которого – узнать, чем привлекателен наш город для его жителей. Данный опрос проводился среди молодежи в возрасте от 16 до 25. Было опрошено 70 человек, которые отвечали на вопросы, касающиеся имиджа города Гомеля. На основе этого опроса можно сделать выводы, что имидж у города еще сформирован недостаточно, так как на многие вопросы не было получено однозначных вариантов ответа.

Большинство опрошенных на вопрос «Устраивает ли вас планировка улиц?», ответили положительно.

На вопрос о количестве зеленых зон города большинство ответило, что их достаточно, однако нашлись и те 7 %, кому их оказалось мало, аргументом стало приведение примера о вырубке деревьев по ул. Кирова для расширения автомобильной дороги.

Также опрос показал, что молодежь считает, что культура нашего города насыщена.

Так как в группу опрашиваемых входили люди, не имеющие личного автомобильного транспорта, то нельзя в полной мере ответить на вопрос, касающийся парковочных зон города.

На вопрос «Что является лицом города?» более 93 % ответили, что это площадь Ленина, а остальные разделились в своих мнениях, этими местами стали: Площадь Победы (привокзальная площадь), дворцово-парковый ансамбль и т. д.

Достопримечательность города, которую хотел показать иностранному туристу каждый житель Гомеля, – это площадь Ленина вместе с Дворцово-парковым ансамблем.

Опрос показал, что не каждый молодой человек нашего города интересуется его прошлым, однако, к счастью, отдельные пункты истории нашего красивого города им известны. К примеру, люди, входящие в возрастную категорию 20–25 лет, затруднились ответить на вопрос об историческом прошлом.

В заключение можно отметить, что у каждого человека в нашем городе есть место, которое ему нравится, что свидетельствует о том, что г. Гомель является комфортным для жизни городом, а его имидж является неотъемлемой частью его социальной и культурной жизни. Имидж города влияет на туристический поток и экономическое благосостояние, поэтому особенно важно уделять этому вопросу особое внимание.

Литература

1. Имидж города и факторы, влияющие на его формирование. – Режим доступа: <http://v-hotel.livejournal.com/298862.html>. – Дата доступа: 14.03.2016.
2. Новости TUT.BY. Турецкая компания-инвестор построит на Гомельщине завод по производству кальцинированной соды. – Режим доступа: <http://news.tut.by/economics/488155.html>. – Дата доступа: 14.03.2016.
3. Гомельские ведомости. «Количество преступлений, зарегистрированных в 2015 году, снизилось на 4,4 процента». – Режим доступа: <http://newsgomel.by/news/kolichestvo-prestupleniy-zaregistrirovannyh-v-2015-godu-snizilos-na-44-procenta>. – Дата доступа: 14.03.2016.
4. Факторы, влияющие на формирование имиджа города / О. М. Калиева [и др.] // Молодой ученый. – 2014. – № 2. – С. 439–441.

**АКТИВИЗАЦИЯ СБЫТА ПРОДУКЦИИ ОАО «8 МАРТА»
ПОСРЕДСТВОМ ВВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИСКОНТНЫХ КАРТ
ФИРМЕННОЙ ТОРГОВОЙ СЕТИ**

А. В. Кравченко

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

Научный руководитель А. Ю. Бердин

Все магазины – от павильона до гипермаркета – борются за покупателей. А покупатели предпочитают магазины со скидками. А если в магазинах действуют дисконтные карты, то в эти магазины покупатели еще и чаще приходят за повторными покупками. Поэтому все больше магазинов внедряют у себя дисконтные системы.

Для начала проведем опрос для того, чтобы знать, сколько потребителей купят дисконтные карты. В опросе участвовало 82 человека.

Из опроса было выяснено, что 100 % респондентов знают предприятие ОАО «8 Марта». Только 59 % из всех респондентов покупают продукцию предприятия в фирменных магазинах, и они удовлетворены качеством продукции. 53 % респондентов ответили, что покупают продукцию ОАО «8 Марта» один раз в год и полгода. 6 % покупают продукцию предприятия ежемесячно в фирменных магазинах ОАО «8 Марта». Делая анализ вопроса о ценах на продукцию, можно отметить, что абсолютно не устраивает цена только 5,3 %, устраивает, но не полностью – 41,2 %, не устраивает, но частично – 46,5 %. После того как предприятие начнет выпускать дисконтные карты, то 38 % опрошенных согласны купить дисконтную карту, но только 6 % будут совершать повторную покупку с использованием дисконтной карты с первоначальной скидкой 3 %.

Перенесем эти значения на генеральную совокупность. Совокупность населения в трудоспособном возрасте составляет 330 тыс. человек. Из них количество семей составило 132 тыс. Следовательно, исходя из этих данных 77 тыс. человек посещают фирменный магазин предприятия. Каждый месяц продукцию ОАО «8 Марта» покупают только 7 тыс. человек и они согласны совершать повторную покупку, если приобретут дисконтную карту. Следовательно, необходимо заказать на 1 месяц 7 тыс. дисконтных карт.

В качестве дисконтных карт будем использовать магнитные карты. Изготовлением и дизайном наших карт будет заниматься специальная фирма «CARDprint». Также необходимо отметить, что фирма «CARDprint» доставляет карты бесплатно. Каждая карта стоит 10,9 тыс. бел. р. Следовательно, рассчитаем стоимость дисконтных карт:

$$S_k = KЦ, \quad (1)$$

где S_k – стоимость 7 тыс. дисконтных карт; K – количество дисконтных карт; $Ц$ – цена одной дисконтной карты.

По формуле (1) найдем стоимость 7 тыс. дисконтных карт:

$$S_k = 7 \cdot 10,9 = 76,3 \text{ млн бел. р.}$$

Для дисконтной политики ОАО «8 Марта» подходит программный продукт «1С: Управление Торговлей 8». Стоимость «1С: Управление Торговлей 8» составляет 7 млн бел. р. ОАО «8 Марта» следует приобрести клиентскую лицензию на 5 ра-

бочих мест, стоимость которой составляет 8,7 млн бел. р. Стоимость курсов на одного человека составляет 2,5 млн бел. р. Рассчитаем суммарные затраты:

$$З_{пп} = С + КЛ + (СК \cdot 5), \quad (2)$$

где $З_{пп}$ – затраты на программный продукт «1С: Управление Торговлей 8»; $С$ – стоимость «1С: Управление Торговлей 8»; $КЛ$ – стоимость клиентской лицензии; $СК$ – стоимость курсов; 5 – 5 человек.

Найдем суммарные затраты на программный продукт по формуле (2):

$$З_{пп} = 7 + 8,7 + (2,5 \cdot 5) = 28,2 \text{ млн бел. р.}$$

Суммарные затраты на приобретение карт находятся по формуле

$$З = С_{к} + З_{пп}, \quad (3)$$

где $З$ – суммарные затраты на введение дисконтных карт; $С_{к}$ – стоимость 7 тыс. дисконтных карт; $З_{пп}$ – затраты на программный продукт «1С: Управление Торговлей 8».

Рассчитаем суммарные затраты по формуле (3):

$$З = 76,3 + 28,2 = 104,5 \text{ млн бел. р.}$$

Рассчитаем выручку предприятия после внедрения дисконтных карт.

Мы вводим 7 тыс. дисконтных карт с условием, что все их купят потребители. Средний чек на продукцию составляет 200 тыс. бел. р.

Рассчитаем выручку, которую получит предприятие:

$$В = П_{т} \cdot Ч, \quad (4)$$

где $В$ – выручка предприятия; $П_{т}$ – количество потребителей совершивших повторную покупку; $Ч$ – чек на продукцию.

Рассчитаем выручку предприятия по формуле (4):

$$В = 7 \cdot 200 = 1400 \text{ млн бел. р.}$$

Рассчитаем прибыль. Для этого нам понадобится рентабельность. В 2014 г. рентабельность составила 5,2 %:

$$П = В / (1 / (P + 1)), \quad (5)$$

где $П$ – прибыль предприятия; $В$ – выручка предприятия; P – рентабельность.

Рассчитаем прибыль предприятия по формуле (5):

$$П = 1400 / (1 / (0,052 + 1)) = 1473 \text{ млн бел. р.}$$

Теперь рассчитаем размер скидки, которую получают 7 тыс. потребителей.

Так как первоначальная скидка составляет 3 %, мы получаем:

$$СК = В \cdot 0,03, \quad (6)$$

где $СК$ – скидка; $В$ – выручка предприятия; $0,03$ – первоначальная скидка.

Рассчитаем размер скидки по формуле (6):

$$СК = 1400 \cdot 0,03 = 42 \text{ млн бел. р.}$$

Найдем убыток от введения дисконтных карт:

$$Y = C_k - Z, \quad (7)$$

где Y – убыток; C_k – стоимость 7 тыс. дисконтных карт; Z – суммарные затраты на введение дисконтных карт.

Найдем убыток по формуле (7):

$$Y = 76,3 - 104,5 = -28,2 \text{ млн бел. р.}$$

Найдем экономический эффект:

$$\mathcal{E} = \Pi - C_k - Y, \quad (8)$$

где \mathcal{E} – экономический эффект; Π – прибыль предприятия; C_k – скидка; Y – убыток.

Рассчитаем экономический эффект по формуле (8):

$$\mathcal{E} = 1473 - 42 - (-28,2) = 1459 \text{ млн бел. р.}$$

От введения дисконтных карт мы получим экономический эффект в размере 1459 млн бел. р.

ОПРОС

1. Известна ли Вам продукция ОАО «8 Марта»?
 - а) Да
 - б) Нет
2. Вы покупали продукцию ОАО «8 Марта»?
 - а) Да
 - б) Нет
3. Вы покупаете продукцию ОАО «8 Марта» хотя бы один раз в год?
 - а) Да
 - б) Нет
4. Вы покупаете продукцию предприятия хотя бы один раз в месяц?
 - а) Да
 - б) Нет
5. Вы знаете о существовании фирменных магазинов ОАО «8 Марта»?
 - а) Да
 - б) Нет
6. Покупаете ли вы продукцию ОАО «8 Марта» в фирменных магазинах предприятия?
 - а) Да
 - б) Нет
7. Удовлетворены ли Вы качеством продукции?
 - а) Да
 - в) Скорее да, чем нет
 - б) Нет
 - г) Скорее нет, чем да
8. Устраивают ли Вас цены на продукцию фирмы «8 Марта»?
 - а) Да
 - в) Скорее да, чем нет
 - б) Нет
 - г) Скорее нет, чем да
9. Если бы предприятие начало выпускать дисконтные карты ,вы бы себе ее приобрели?
 - а) Да
 - б) Нет
10. При приобретении дисконтной карты с бонусом 3%, совершили бы вы повторную покупку?
 - а) Да
 - б) Нет
11. Укажите ваш пол:
 - а) женский
 - б) мужской
12. Ваш возраст:
 - а) 18–29;
 - б) 30–39;
 - в) 40–49;
 - г) 50 и более.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А. С. Кушнеров

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

Научный руководитель М. О. Гиль

Строительная отрасль Республики Беларусь в связи со сложившейся обстановкой на данный момент играет значимую роль в экономике страны. Например, удельный вес строительной отрасли в ВВП по итогам 2014 г. составил 10,4 % – и это очень значимая цифра. Но в настоящее время строительная отрасль переживает не лучшие времена, что связано с экономическим спадом в стране и мире.

В январе-феврале 2016 г. введено в эксплуатацию 746,1 тыс. м² жилья, что составляет всего 74,8 % от этого же показателя в январе-феврале 2015 г. Что касается объема подрядных работ, то в январе-феврале 2016 г. было выполнено работ на 10104,6 млрд р. – это на 21,9 % меньше, чем за этот же период прошлого года.

При анализе тенденций, происходящих в строительной отрасли, следует учитывать, что строительная отрасль имеет свою специфику – абсолютное большинство организаций являются мелкими, с числом работников меньше 100. На 1 января 2016 г. их доля составляет 92,9 % среди всех предприятий отрасли. Также следует отметить, что число организаций строительства ежегодно растет, причем доля государственных организаций уменьшается и на начало 2016 г. составляет 6,1 %. Однако доля объема производства государственного сектора составляет 15 % к 1 января 2016 г. Это связано с тем, что большинство государственных организаций являются средними или крупными.

Еще одним фактором, усиливающим конкуренцию в отрасли, является то, что за период с 2010 по 2015 г. в 8 раз увеличился импорт строительных услуг. Это связано с тем, что важные республиканские объекты стали отдаваться иностранным строительным компаниям. Так как в Республику Беларусь приходят иностранные инвестиции, то часто одно из условий – чтобы эти объекты строили рабочие страны-инвестора. Некоторые примеры: Брестский мусороперерабатывающий завод строила Австрийская компания Strabag, китайские компании – такие объекты, как автомобильная дорога «Минск–Гомель» (от Жлобина до Гомеля), «Кричевцементношифер», Белорусский цементный завод, гостиницы, китайско-белорусский индустриальный парк и другие объекты. Итальянская компания Godini была генподрядчиком при строительстве нескольких автомобильных дорог. Турецкая компания Renaissance-Construction построила один из крупнейших торгово-развлекательных центров республики, который находится в Минске. Хотя у этой тенденции есть и положительные стороны – появление иностранных компаний на отечественном строительном рынке заставляет белорусские компании улучшать качество своей работы, осваивать новые технологии и снижать цены.

Все перечисленные тенденции приводят к усилению конкуренции в отрасли. И для того, чтобы не потерять свою конкурентоспособность, отечественным строительным организациям надо активно работать над ее сохранением и повышением.

Конкурентоспособность – в широком смысле означает наличие сильных, устойчивых позиций на рынке и умение сохранять и упрочнять свои позиции.

Конкурентоспособность отрасли – это эффективность работы отдельных отраслей национального хозяйства, оцениваемая помимо традиционных критериев по показателям, характерным для данной отрасли и описывающим степень ее живучести

и динамичности при различных вариантах развития экономики данной страны и всего мира в целом.

Конкурентоспособность строительной отрасли целесообразно рассматривать через конкурентоспособность организаций этой отрасли.

Конкурентоспособность строительной организации определяют ее сравнительные конкурентные преимущества по отношению к другим предприятиям, действующим на инвестиционно-строительном рынке.

Конкурентоспособность строительной организации предполагает наличие у нее индивидуального набора конкурентных преимуществ, определяющих ее ключевые факторы успеха и обеспечивающих ее стабильное и надежное функционирование. Существует множество таких конкурентных преимуществ. Можно выделить наиболее важные них:

- высокое качество строительно-монтажных работ;
- отсутствие или минимальное количество недоделок;
- сокращение сроков работ;
- снижение стоимости услуг при сохранении высокого качества работ;
- соблюдение сроков работ (нормативное, договорное);
- улучшение качества используемых материалов;
- высокая деловая репутация организации;
- высокий уровень квалификации персонала.

Как было изложено выше, строительная отрасль Беларуси находится в глубоком, стремительно развивающемся системном кризисе. Причиной стагнации является не пресловутый мировой кризис, а то, что производительность труда наших строителей неоправданно низка.

Снижение производительности труда происходит не потому, что белорусские строители не имеют достаточных компетенций или доступа к новым производственным технологиям, оборудованию или инновационным строительным материалам – наши специалисты ценятся во всем мире, а недостатка в предложении новых разработок на рынке не наблюдается. Главная проблема – это устаревшая система организации проектно-строительного производства, тяжким бременем лежащая на всей отрасли, буквально не позволяя ей дышать и развиваться.

Для преодоления стагнации и обеспечения последующего взрывного роста отрасли необходимо определить главные, наиболее предпочтительные цели. Для их достижения нужно проанализировать сложившуюся организационную структуру с точки зрения системного подхода, с учетом всего жизненного цикла объекта капитального строительства, и определить самые «узкие места» в сложившейся практике и законодательстве, устранение которых даст немедленный и ощутимый эффект.

Как представляется, наиболее предпочтительной и вполне измеримой целью может быть интенсификация процессов строительства, т. е. сокращение сроков реализации проекта и за счет этого снижение издержек и значительное повышение рентабельности строительного производства.

Бесспорно, фактор сокращения сроков строительства всегда приводит к уменьшению издержек, поэтому даже если не высчитывать денежный эквивалент эффективности ускорения строительства, сама величина экономии времени позволяет понять порядок сэкономленных средств (у каждой компании будут разные значения, так как стоимость ресурсов во времени у всех компаний разная).

Не вызывает сомнений тот факт, что резкое, в несколько раз, ускорение работ означает, что в несколько раз повысится и потребность в материалах и рабочей силе. Достичь такой интенсификации потока информации и ресурсов на стройплощадке

возможно только с применением современных управленческих и информационных технологий – ведь необходима правильная организация взаимодействия и координация всех участников с опорой на достоверную и актуальную информацию о ходе проекта, основанная на тщательном планировании и точном исполнении плана. Иначе существующие ограничения системы приведут к еще большим убыткам при ускорении оборота ресурсов и исполнителей в рамках существующих структур и процессов.

Одним из существенных факторов сокращения сроков строительства, и как следствие, – повышение конкурентоспособности, выступает своевременное материальное обеспечение строительных работ.

Бесперебойное снабжение строительными материалами и другими ресурсами является основным условием реализации строительного проекта в срок. Такое бесперебойное снабжение можно обеспечить только благодаря заблаговременному, еще на этапе проектирования, планированию поставок, привязанному к конкретным материалам, оборудованию и исполнителям. Но этому препятствует существующая практика проведения тендерных торгов, закрепленная законодательно. Она не удовлетворяет требованиям качества проектирования, интенсификации производства и обеспечения своевременности и качества поставок.

Задержки снабжения вызваны двумя основными причинами. Во-первых, тем, что торги происходят после этапа проектирования, когда работа уже ведется, а тот или иной материал «нужен был вчера». Во вторых, демпинг на торгах, так как в соответствии с текущим законодательством главным критерием отбора поставщиков является наименьшая цена.

В частности, при выборе таких материалов, как панели, при панельном домостроении, целесообразно проектировать объекты под продукцию конкретных домостроительных комбинатов и заказные элементы конструкции объекта разрабатывать с учетом возможностей выбранных производителей железобетонных изделий. Выбор производителя до начала проработки проекта позволит создать информационную модель с точными сведениями о тех материалах, которые будут произведены и поставлены. В графиках производства работ будут учтены все временные показатели по выпуску продукции производителем.

Это влечет за собой лихорадочный поиск поставщиков в последний момент и высокую вероятность возникновения задержек ведь поставщики, давшие наименьшую цену, экономят на логистике, складах, других расходах и часто не в состоянии обеспечить свои обязательства в срок, не говоря уже о должном качестве продукции.

Также любой товар требует определенного периода поставки, а в случае проведения торгов по ходу строительства, этот период всегда будет ложиться на общее время исполнения проекта, увеличивая издержки и потери, вместо того, чтобы организовывать поставку заранее к конкретному сроку.

Подводя итог изложенному, можно утверждать, что некоторые нормы отечественного законодательства, актуальные в прошлом, входят в противоречие с развитием научно-технического прогресса и разрешенной законодательно практикой строительства.

Проанализировав материал, можно предложить следующее:

– законодательно закрепить возможность проведения конкурсов на выбор подрядчиков и поставщиков строительных материалов сразу после создания эскизного проекта и принятия основных концептуальных решений. Выбор производителя до начала проработки проекта позволит создать информационную модель с точными сведениями о тех материалах, которые будут созданы;

– разработать рекомендации по проведению тендеров в условиях интенсивного проектного производства, где ввести новые критерии, новые методы организации торгов. В частности, основным критерием сделать не низкую цену, а оптимальное соотношение качества и цены.

БРЕНДИНГ ТУРИСТСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

К. И. Москаль

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

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Конкурентоспособность региона определяется степенью его «брендируемости», бренд региона является активной категорией рыночной экономики в целом. Бренд ориентирован преимущественно на внешних субъектов и должен соответствовать стратегическим задачам развития территории, способствуя привлечению к ней внимания организаций и людей, а также ресурсов и заказов, которые востребованы регионом, нужны ему и полезны для его развития.

Бренд (от англ. Brand) – клеймо, способ графической идентификации конкретного производителя [3].

Понятию «брендинг» уже 5500 лет. Еще в 3500 г. до нашей эры в государствах долины Тигра и Евфрата появились каменные печати, использовавшиеся для маркирования собственности.

Бренд территории – это:

- уникальный эмоционально-позитивный образ, обусловленный природными, историческими, производственными, социально-культурными и другими особенностями территории, ставший широко известным общественности;
- обещание потребителям территории желаемых потребительских качеств;
- гарантия качественного удовлетворения запросов потребителя территории, получения определенных выгод;
- повышенный субъективный уровень ценности территории для потребителя и его удовлетворенности, формируемый через позитивные ассоциации, побуждающие к потреблению территории и напоминающие о ней;
- важнейший фактор конкурентных преимуществ и доходов территории, ценный актив национальной/региональной экономики.

Достаточно часто бренд в своей основе имеет природно-климатические и историко-культурные особенности территории. Например, бренд Италии как страны с богатым историческим прошлым, уникальной архитектурой и искусством, развитой модной индустрией, в большей мере построен на ее исторических и культурных особенностях.

В отличие от бренда репутация территории зависит от природно-климатических факторов очень мало. Историко-культурные факторы, в свою очередь, существенно влияют на имидж и бренд территории и менее – на репутацию.

Брендинг территории – это целенаправленное формирование образа страны, региона или города в сознании граждан или мировой общественности.

Брендинг территории предполагает использование технологий формирования особого ее образа и отношения к ней целевой аудитории. Он является предпочтительным способом ее идентификации, выделения среди других стран/регионов, привлечения к ней внимания потенциальных потребителей и в итоге – важнейшим способом реализации конкурентных преимуществ территории.

Цели и задачи брендинга территории – обеспечить долгосрочное и выгодное позиционирование на конкурентном рынке, присутствие бренда территории в информационном пространстве, узнаваемость бренда, приток финансовых ресурсов на территорию, трансляцию региональных решений и инициатив во внешнюю среду, а также сделать данное место силой влияния.

Бренд региона может включать в себя официальную символику (флаг, герб, гимн), а также фирменный стиль (логотип и т. д.).

В процессе разработки бренда территории необходимо учитывать ряд принципов. Важное требование к главной идее бренда территории – оригинальность, неповторимость и сложность копирования. Брендинг мест – это та сфера деятельности, где неприемлемы шаблоны и повторения. Идея бренда города не должна противоречить идентичности данной территории. Чем полнее и адекватнее отражение идентичности места в его имидже, тем вероятнее благожелательное отношение к городу со стороны его внутренних и внешних потребителей (целевых аудиторий). Бренд города не может насаждаться сверху – его ценности должны быть выявлены рабочей группой, состоящей из профессионалов разных сфер деятельности. И, самое главное, бренд должен базироваться на реальности.

Самыми устойчивыми из всех видов территориальных брендов считаются бренды городов ввиду того, что они менее подвержены влиянию политических факторов (по сравнению с брендом страны) и экономическим рискам (по сравнению с корпоративными брендами).

Бренд города строится на основе интеграции видения города изнутри (городская идентичность) и его восприятия извне (имидж города).

Бренд города – это городская идентичность, системно выраженная в ярких и привлекательных идеях, символах, ценностях, образах и нашедшая максимально полное и адекватное отражение в имидже города [2].

Чем крупнее город, тем больше у него разнообразных и мощных имиджевых, тематических ресурсов, граней идентичности, каждая из которых может претендовать на отражение в идее города. Внутри города за каждым направлением стоят свои лоббисты, инициативные группы, которые имеют свое видение и понимание главной идеи города. Эта бурная деятельность порой способна «растачить» город на части, возникает соблазн продвигать одновременно несколько концепций, однако это тупиковый путь. Москва, Лондон, Париж, Нью-Йорк, Рим – эти города с трудом подыскивают одну мегаидею, которая могла бы объединить все стратегические темы города.

Можно привести несколько примеров зарубежных идей для городских брендов [1]:

- Эдинбург – Inspiring Capital (Вдохновляющая столица);
- Амстердам – I amsterdani (Я Амстердам);
- Гонконг – Asia's World City (Мировой город Азии);
- Нью-Йорк – Big Apple (Большое яблоко);
- Берлин – Be Berlin (Будь Берлином!);
- Рим – Eternal City (Вечный город);
- Дубай – Sand to Silicon (Кремний из песка);
- Париж – Paris, jet'aime (Париж, я люблю тебя!);
- Копенгаген – Wonderful Copenhagen (Чудесный Копенгаген).

В рамках настоящего исследования был проведен опрос респондентов по изучению имиджа города Гомеля и формированию конкурентоспособного бренда.

В исследовании приняло участие 24 человек, из них 6 мужчин, 18 женщин, все опрошиваемые являются студентами, проживающими в разных районах города. Большинство проживает в Гомеле с рождения.

Анализ показал, что привлекательными для гостей города местами являются Дворцово-парковый ансамбль, цирк, музей военной славы.

Любимые места отдыха наших респондентов представлены на диаграмме (рис. 1).

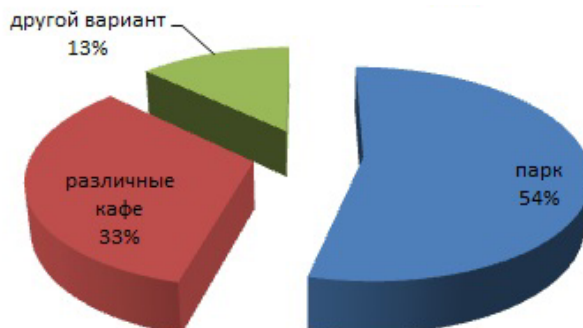


Рис. 1. Любимые места отдыха

Символом города является золотая рысь. Подавляющее большинство гомельчан считает, что их устраивает настоящий символ и его не нужно менять.

Памятники, которые символизируют город – это Дворец Румянцевых-Паскевичей, памятник первому поселенцу на набережной, Драм театр, Танк, памятник Кириллу Туровскому.

Из наиболее известных предприятий, производимых товары в Гомеле, выделяют кондитерскую фабрику «Спартак», фабрику «8 Марта», «Коминтерн», а также «Гомельдрев», завод «Сельмаш».

Большее количество респондентов считают, что Гомель известен в Республике Беларусь и за ее пределами кондитерскими изделиями предприятия «Спартак».

Если говорить о недостатках, которые снижают привлекательность города и о том, чего не хватает в нем, то респонденты считают, что:

- в городе мало мест, где можно провести время;
- недостаточное количество мероприятий для молодежи;
- мало торговых центров;
- недостаточность озеленения.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать ряд выводов:

1. Самыми устойчивыми являются бренды кондитерской фабрики «Спартак», фабрика «8 марта» и «Коминтерн».

2. Привлекательным и символизирующим бренд местом отдыха жителей Гомеля является Дворцово-парковый ансамбль.

3. Влияющими на формирование бренда промышленными объектами Гомеля выступает кондитерская фабрика «Спартак».

4. Факторы, отрицательно влияющие на имидж города, – это недостаточное количество торговых центров, а также мероприятий для молодежи.

5. Символом города является всем известная золотая рысь.

Литература

1. Студми. Учебные материалы для студентов. – 2013–2016. – Режим доступа: http://studme.org/49436/marketing/brending_territoriy. – Дата доступа: 20.02.2016
2. Региональный PR-портал. – 2016. – Режим доступа: <http://www.regionpr.ru/page614.html>. – Дата доступа: 20.02.2016.
3. Моя Библиотека. – 2015–2016. – Режим доступа: <http://mybiblioteka.su/5-51727.html>. – Дата доступа: 20.02.2016.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СООО «ИНГМАН МОРОЖЕНОЕ»
ПУТЕМ ОТКРЫТИЯ ФИРМЕННОГО КАФЕ-МОРОЖЕНОГО**

Н. О. Паращенко

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

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Целью работы является поиск и осуществление новых средств распределения продукции предприятия СООО «Ингман мороженое».

В современных условиях высокой конкуренции и непостоянства потребителей необходим поиск новых возможностей реализации и сбыта товара. Так, в Беларуси мороженое производят 39 предприятий различной формы собственности, все они являются резидентами нашей страны [1].

Наиболее крупные 23 производителя находятся в подчинении Минсельхозпрода (молокоперерабатывающие предприятия), несколько предприятий Минторга (хладокombинаты), а также более 10 организаций различных форм собственности, доля которых в общем объеме выпуска растет. По оценкам Минторга, доля поставок частных предприятий на внутренний рынок составляет около 40 %. Около 5–7 % мороженого Беларусь импортирует из России, Чехии и Германии [2].

Кафе-мороженое – бизнес, который не требует больших вложений, достаточно быстро для сферы общепита окупается и прост в управлении. К тому же кафе-мороженых в Гомеле нет, и этот потенциально прибыльный сегмент рынка фактически свободен.

Кафе-мороженое сейчас в моде – это отличное место для семейного отдыха, предоставляющее возможность попробовать широкий ассортимент сравнительно недорогого и вкусного десерта. Впрочем, формат семейного отдыха в наибольшей степени востребован в выходные и праздничные дни. В остальное время гостями кафе чаще всего становятся представители среднего класса (менеджеры) и студенты.

Помимо этого существуют и другие предпосылки открытия кафе-мороженого:

– недостаточное количество детских и молодежных кафе, где нет алкогольной продукции;

– ближайшие детские кафе располагаются в других районах города Гомеля (район центрального рынка детское кафе «Камбуз», район Старый аэродром семейное кафе «Анти-кафе»);

– отсутствие прямых (предметных) конкурентов (по широкому ассортименту мороженого и изделий из него).

В связи с этим открытие фирменного кафе мороженого предприятия СООО «Ингман мороженое» позволит решить несущие проблемы.

По результатам опроса, 80 % опрошенных родителей считают, что количество детских кафе в г. Гомеле (численность 500 тыс. чел.) недостаточно. 60 % опрошенных родителей желают посещать кафе-мороженое вместе с детьми. Их привлечет широкий ассортимент блюд из мороженого и доступные цены. 40 % опрошенной молодежи посетило бы такое кафе с удовольствием.

Стационарные кафе-мороженое, чтобы обеспечить поток клиентов, должны располагаться в многолюдном месте – возле станций метро, в центральной части города или в деловых кварталах, где много офисов, а еще лучше – образовательных учреждений. В идеале стационарное кафе-мороженое должны посещать от 100 клиентов в день. Поэтому кафе-мороженое можно будет открыть в центре города Гоме-

ля, не далеко от цирка и кукольного театра, на 15 посадочных мест. Открытие кафе улучшит развитие организации детского и молодежного питания и отдыха.

Заведение направлено на такую целевую аудиторию, как:

- дети с родителями;
- молодежь, предпочитающая сладости алкогольным напиткам.

Предлагаемый ассортимент сформирован из предпочтений потенциальных потребителей и он включает в себя: блюда, напитки, кулинарные изделия, молочные коктейли и напитки собственного производства, сладкие блюда, холодные закуски, горячие блюда, соки, пирожные и торты, мороженое, десерты из мороженого.

Также для организации тематической атмосферы кафе-мороженое предоставит дополнительные услуги кафе:

- организация детских праздников;
- предложение по досугу детей и молодежи;
- настольные игры.

Технологическая схема производственного процесса в кафе-мороженом имеет следующий вид:

- изучение и формирование потребительского спроса;
- закупка пищевых продуктов;
- транспортировка пищевых продуктов;
- приемка пищевых продуктов;
- хранение пищевых продуктов;
- порционирование, раздача и организация потребления готового мороженого;
- для работы кафе в нем должен быть установлен пастеризатор, морозильная витрина, морозильный шкаф шоковой заморозки, промежуточное хранилище (специальная емкость) и т. д.

Основное правило экономической эффективности работы бизнеса по производству мороженого, которого придерживаются, например, итальянские эксперты, заключается в следующем: этот бизнес выгоден, когда единица затрат на сырье продается за десять единиц цены. Тогда в дельту «девять» входят четыре-три единицы прибыли и пять-шесть единиц остальных расходов. Отклонение в меньшую сторону – повод, чтобы задуматься об эффективности кафе-мороженого.

Также кафе получает доход от продажи напитков – прежде всего кофе, чая и соков. В данном случае четкие алгоритмы ценообразования отсутствуют, предприниматели чаще всего ориентируются на среднерыночные цены [3].

Новое кафе необходимо будет оснастить всеми кухонными и столовыми принадлежностями: холодильник, холодильная витрина, посудомоечная машина, микроволновка, кофеварка, плита, миксер, кухонный комбайн, набор ножей, набор ложек, вилок, чашек, тарелок, стаканов, бойлер с водой.

Для открытия фирменного кафе-мороженого необходимы следующие инвестиционные вложения:

- ремонт и оформление арендуемого помещения;
- мебель для посетителей;
- холодильное оборудование;
- торговое и технологическое оборудование;
- инструмент и инвентарь.

Таким образом, суммарные инвестиции, необходимые для реализации проекта, составят 34 тыс. долл.

Для деятельности проекта существует следующая потребность в работниках (табл. 1).

Таблица 1

Расчет потребности в работниках основного производства и оплаты их труда

Наименование	Количество	Средняя заработная плата	Расходы на оплату труда
Персонал:			
– официанты	2	2,2	4,4
– повора	3	3,3	9,9
– управляющий	1	3,2	3,2
– администратор	1	3,1	3,1
<i>Итого</i>	7	11,8	20,6

Источник: собственная разработка.

Представим показатели эффективности реализации нового направления распределительной деятельности предприятием СООО «Ингман мороженое».

Таблица 2

Показатели эффективности открытия фирменного кафе- мороженого

Показатели	Значение
Срок реализации проекта (лет)	0,5
Срок окупаемости проекта (лет):	
– простой	2,26
– динамический	3,76
Индекс рентабельности	1,12
Внутренняя норма доходности, %	27,5
Чистый дисконтированный доход, тыс. дол.	6,33

Источник: собственная разработка.

Имеются возможные угрозы, препятствующие успешному открытию и деятельности кафе:

- со стороны видовых конкурентов (обычных кафе с широким ассортиментом сладких десертов) и функциональных конкурентов (ресторанов и других точек питания);
- снижение покупательской способности населения и уменьшение средств, направляемых на празднование детских дней рождения.

Самым опасным конкурентом является близкорасположенное кафе «Шоколадница» с широким ассортиментом тортов, пирожных и изделий из шоколада. Кафе имеет 12 посадочных мест, но ориентировано на взрослых – в наличии есть спиртные напитки.

Таким образом, кафе-мороженое имеет ряд преимуществ, таких как выгодное месторасположение (в центре, на ул. Советской), рядом кукольный театр, цирк, регулярные поставки основного продукта по выгодным ценам, отсутствие прямых конкурентов, что позволит вести перспективную деятельность, улучшающую имидж и увеличение объемов сбыта продукции СООО «Ингман мороженое».

Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – 2015. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 14.03.2016.
2. Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь. – 2015. – Режим доступа: <http://president.gov.by>. – Дата доступа: 14.03.2016.
3. Электронный бизнес – журнал. – Режим доступа: <http://openbusiness.ru/>. – Дата доступа: 15.03.2016.

АНАЛИЗ SMM ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ ГОРОДА ГОМЕЛЯ**А. П. Равковская***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Цель данной работы заключается в том, чтобы проанализировать туристические компании города Гомеля на предмет использования SMM, рассмотреть специфику наиболее известных методов такого продвижения и определить эффективность их использования для заданных турфирм.

Для достижения поставленной цели применялись некоторые общетеоретические методы исследования, а также часть таких эмпирических методов, как сопоставление, сравнение и метод графического анализа.

SMM (Social media marketing – социальный маркетинг) – это ряд действий, направленных на привлечение пользователей посредством социальных сетей.

В настоящее время аудитория социальных сетей растет колоссальными темпами. При этом доля телевидения и радио на рынке СМИ постепенно снижается, не говоря уже о печатных изданиях. Люди постепенно привыкают получать информацию в Интернете и социальных сетях. Переход от «традиционных» СМИ к «электронным» можно назвать своеобразной тенденцией XXI в.

Основная причина заключается в том, что в Интернете человек может сам выбирать информацию, которую будет смотреть: используется ограничение через новостную ленту. В телевидении такого выбора нет: зрителям приходится смотреть то, что им показывают. То же касается и рекламы: в Интернете пользователи могут решать, будут ли они смотреть тот или иной рекламный ролик или нет. А в телевидении реклама идет нескончаемым потоком, и люди от нее просто устали.

Именно поэтому SMM-продвижение является одним из самых актуальных и перспективных направлений в современной коммерции и будет таковым на протяжении очень долгого времени.

С позиции SMM-продвижения свой ресурс необходимо продвигать на самых популярных платформах. Сегодня таковыми являются: YouTube, Facebook, Twitter, Instagram, ВКонтакте, Одноклассники, различные поисковые системы (Яндекс, Гугл), а также популярные блоги и многие другие площадки.

Самый важный вопрос в SMM-продвижения – это вопрос о том, что необходимо получить от социальных сетей: прямые продажи или лояльность к бренду?

Продвижение или же «проталкивание» продукта или услуги «абсолютно везде» попросту сделают методы социального маркетинга не только неэффективными, но и приведут к ровно противоположному вредному для бренда результату. По некоторым данным, 99 % экспертов по продвижению в социальных сетях работают только в узкоспециализированных областях, можно сказать нишах.

Продвижение в социальных сетях включает в себя:

- 1) визуальную составляющую;
- 2) настройку групп;
- 3) создание контент-стратегии;
- 4) партнерство с другими группами и сообществами;
- 5) проработку рекламных Постов;
- 6) проработку УТП-предложений для Групп;
- 7) обратную связь.

Для анализа социального маркетинга туристических компаний города Гомеля из рейтинга поисковой системы Google были выбраны 5 наиболее известных туристических фирм Гомеля.

Эту пятерку составили: ARENATRAVEL, АЛАТАН ТУР, ИМПЕРИЯ ТРЭВЭЛ, СЛАВИЯ ТУР и КОМПАС ТУР (CompassTour). Для дальнейшего анализа SMM данных турфирм использовались данные из основных социальных сетей, представленных выше.

Проанализировав, в каких соцсетях осуществляется продвижение данных туристических компаний, выяснилось, что абсолютно все фирмы предлагают себя в сети ВКонтакте. Остальные социальные сети занимают следующие позиции по продвижению наших турфирм:

- ВКонтакте – 1 место;
- Одноклассники – 2 место;
- Instagram – 3 место;
- Facebook – 4 место;
- Twitter – 5 место.

Отследив количество подписчиков в различных соцсетях для различных фирм, стало ясно, что максимальные значения встречаются опять же для сети ВКонтакте. Другие сайты остаются на прежних местах.

Исходя из полученных результатов, в дальнейшем оценка социального маркетинга наших туристических компаний велась по данным лишь из одной социальной сети ВКонтакте. (С учетом того, что в разных сетях располагается идентичная информация по каждой из фирм или дается ссылка на группу ВКонтакте.)

Исходя из основных составляющих продвижения в социальных сетях, мы выделили несколько критериев, по которым будет производиться оценка SMM-продвижения туристических фирм города Гомеля в социальной сети ВКонтакте:

- Регулярность появления постов.
- Наличие информации о предоставляемых услугах.
- Наличие обсуждений, ответов на вопросы в комментариях.
- Проведение конкурсов, розыгрышей.
- Активность клиентов (комментарии, опросы, лайки, репосты).

Был составлен рейтинг компаний, расположенных в порядке убывания количества подписчиков:

- СЛАВИЯ ТУР – 26,801;
- КОМПАС ТУР – 5,327;
- АЛАТАН ТУР – 4,755;
- ARENATRAVEL – 4,707;
- ИМПЕРИЯ ТРЭВЭЛ – 3,866.

Каждая из исследуемых групп ВКонтакте располагает доступными и полезными для пользователей сведениями, которые предлагаются следующим образом: меню; обсуждения типа «Заявки на подбор тура», «Отзывы и пожелания», «Консульта-

ция со специалистом» и др.; указание ссылок на официальный сайт, страницы администраторов и менеджеров. Компании КомпасТур и Арена Трэвел дополнительно используют новую функцию «Товар», где кратко описываются наиболее заманчивые туры, цена и т. д.

Изучив регулярность появления постов для заданных групп, была составлена диаграмма, которая показывает, что лидирующие позиции занимают такие компании, как СлавияТур, КомпасТур и Арена Трэвел.

Конкурсы – самое эффективное продвижение в социальных сетях. В каждой анализируемой группе практикуют проведение конкурсов и розыгрышей. В некоторых компаниях они проводились лишь на начальном этапе, т. е. первые пару месяцев после появления группы. В компании СлавияТур такие мероприятия проводят регулярно, приурочивая их к государственным праздникам или к значимым для фирмы дням (2 года). В компании Империя Трэвел конкурсы проводят каждый сезон (май, июнь, февраль).

Активность подписчиков измерялась по количеству лайков, репостов, а также комментариям. Из предоставленных диаграмм видно, что наиболее активные клиенты принадлежат компаниям СлавияТур, Империя Трэвел и АлатаТур.

Сопоставив все полученные данные, выяснилось, что лидером среди пятерки компаний стала компания СлавияТур.

Это объясняется как раз теми самыми мерами, проводимыми компанией по привлечению и удержанию клиентов, т. е. умело примененными технологиями SMM.

Эта компания понимает, что создание группы или аккаунта в различных социальных сетях не является заключительным этапом в SMM-продвижении. Социальные сети – это лицо компании, как и сайт, это дополнительный канал продаж. Нельзя создавать группу, не продумав стратегии и не имея планов на будущее. Не имеет значения 1 пост в день или в минуту, главное – регулярность, правильное время. Контент группы должен быть интересным подписчикам. Своевременные ответы на вопросы, комментирование отзывов – неотъемлемые составляющие в SMM-продвижении. Чем больше креативности, нестандартного подхода и предпринимательского таланта, тем успешнее выглядит фирма на рынке!

Таким образом, можно говорить, об эффективности использования методов SMM-продвижения для туристических компаний города Гомеля. Поскольку результатом использования методов социального маркетинга является непосредственно привлечение новых подписчиков и удержание старых, то в качестве доказательства мы предоставили изменения числа подписчиков в анализируемых компаниях, произошедшие за время подготовки данной работы.

В компаниях АлатаТур и Арена Трэвел за относительно небольшой промежуток времени положительный прирост подписчиков перешел черту в 550 и 650 человек. Такая ошеломляющая динамика говорит лишь о том, что у компании СлавияТур в скором времени появится множество достойных конкурентов.

Литература

1. Шувалов, А. Интернет-ресурс «Анатомия бизнеса», рубрика «SMM-продвижение в социальных сетях». – Режим доступа: <http://biz-anatomy.ru>.
2. Висков, В. Интернет-статья «SMM-продвижение. Пошаговое руководство». – Режим доступа: <http://www.intervolga.ru/blog/likbez/smm-prodvizhenie-poshagovoe-rukovodstvo>.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ СЕРВИСНЫЕ УСЛУГИ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ ЧПТУП «ОКНА-ВИКТОРИЯ»

А. П. Сердюков

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

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Основным видом деятельности ЧПТУП «Окна-Виктория» является производство изделий из поливинилхлоридных профилей и соответствующая их установка. На сегодняшний день этот рынок характеризуется высокой остротой конкуренции. Поэтому предприятие изыскивает новые возможности для удержания своей доли рынка. В частности, обращает внимание на сервисное обслуживание потребителей.

Необходимость сервиса вытекает прежде всего из стремления производителя сформировать стабильный рынок для товара. Высококачественный сервис высококачественного товара непременно вызывает расширение спроса на этот товар, способствует комплексному коммерческому успеху предприятия, повышает его престиж. В формировании конкурентоспособности товаров большую роль играют услуги предприятий. Они оказываются, во-первых, на этапах предпродажного обслуживания. К ним относятся: условие приобретения товара и форма его оплаты; демонстрация сложно-технического товара в действии; подбор товара, исходя из индивидуальных особенностей покупателя.

Во-вторых, на стадии послепродажного обслуживания в качестве факторов конкурентоспособности выступают наличие и качество следующих услуг: упаковка, доставка (монтаж) купленных товаров; организация технического обслуживания в гарантийный и послегарантийный периоды.

Сегодня потребители уже привыкли к высокому уровню сервисного обслуживания и производителю сложно привлечь себе новых клиентов за счет предоставления еще большего сервиса. Так, потребители считают уже само собой разумеющимся, чтобы изготовитель и установщик окон или дверей занялся первоначально демонтажом старых конструкций, убрал после себя весь образовавшийся мусор, а также вывез старые окна или двери к месту утилизации. К сожалению, многие клиенты хотят для себя все данные сервисные услуги, но не хотят платить за это, считая, что производитель уже и так заработал на изготовлении окон. Все вышеизложенное побуждает производителя не всегда явно показывать стоимость данных сервисных услуг.

Также объективные сложности с повышением качества оказываемых сервисных услуг или внедрение новых видов сервисных услуг обуславливаются следующими факторами:

– потребитель уже привык к высокому уровню сервиса в сфере демонтажа, уборки и вывоза мусора и старых строительных конструкций;

– потребитель не хочет излишнего сервиса и не готов платить за организацию сервисного обслуживания (смазка резинок и механизмов окон и дверей), так как считает, что его окна или двери должны быть вечными, а если это не так, то пусть производитель сам обеспечивает их качество и сохранность.

Именно вследствие второго фактора все ведущие производители отказались от предоставления услуг технического обслуживания окон и дверей. Потребитель просто предупреждается, что минимум 2 раза в год все резиновые прокладки необходимо смазывать силиконом, а затворные механизмы машинным маслом. В реальности

мало кто из потребителей сам занимается этим. Кто-то не помнит об этом, кто-то не хочет идти и приобретать все эти смазки, кто-то не хочет этим заниматься. Ведь окно или дверь стоит и вроде работает. А когда выходит из строя запорный механизм или рассыхается и рвется резина, клиенты ругают производителей и обращаются за услугами по ремонту в организацию производитель или другую компанию. При этом даже при условии, что срок гарантии давно истек, могут предъявляться претензии и упреки на плохое качество окон.

Но при этом практически никто изначально не готов платить дополнительные деньги за осуществление гарантийного обслуживания. Кто-то просто из-за их отсутствия, кто-то из жадности, кто-то вследствие убеждения, что это и так должен делать установщик бесплатно. Тем не менее, проанализировав данную ситуацию в целом и на ЧПТУП «Окна-Виктория» в частности, мы выявили дополнительную возможность для повышения уровня сервисного обслуживания с минимальными затратами как для нашего предприятия, так и для потребителей. Суть и этапность предлагаемого мероприятия по стимулированию потребителей представим в таблице.

Этапы и ход реализации предлагаемого мероприятия по повышению уровня оказываемых сервисных услуг потребителям

Этапы предлагаемого мероприятия	Ход реализации мероприятия
1 этап. Стадия заключения договора	Клиенту будет предложено включить в стоимость договора цену баллончика силиконовой смазки и тюбика машинной смазки с целью проведения им самостоятельного технического обслуживания установленных окон и дверей для увеличения срока их службы. Услуги по обучению проведения технического обслуживания и осуществлению периодического напоминания о нем, ЧПТУП «Окна-Виктория» предоставит ему бесплатно!
2 этап. Стадия монтажа	После окончания монтажа конструкций мастер в присутствии заказчика показывает ему, как правильно пользоваться силиконовой и машинной смазкой, непосредственно на резинках, уплотнителях и запорных механизмах его окна или двери. Затем баллончик с силиконовой смазкой и масленка оставляется заказчику
3 этап. Стадия эксплуатации	По истечении полугодового срока с момента монтажа сотрудник ЧПТУП «Окна-Виктория» осуществит телефонный звонок заказчику или отправит e-mail (по желанию заказчика) и сообщит о том, что необходимо осуществить профилактику резиновых частей и уплотнителей, а также запорных механизмов. Напоминание и в дальнейшем будет осуществляться через каждые полгода

Источник: собственная разработка.

При этом стоимость двух видов смазки должна быть конкретно дополнительно указана. Клиент должен видеть, что с него берут дополнительные деньги за конкретные дополнительные товары и услуги. В противном случае, если производитель будет предлагать данную дополнительную услугу абсолютно бесплатно, то клиент автоматически будет думать, что все уже включено в конечную цену и с него втридорога содрали за данную копеечную услугу. Это может негативно настроить

клиента, что недопустимо. Именно поэтому потребитель по выбору сам должен видеть, что он приобретает данные смазочные материалы. В случае отказа клиента от данной дополнительной услуги (он, соответственно, не будет оплачивать данные расходные материалы) мастер по установке не будет показывать ему, как правильно осуществлять сервисное обслуживание, а также по истечении полугода специалист предприятия не будет осуществлять напоминание о необходимости провести техническое обслуживание конструкций.

Если клиент согласится на данный вид услуги, то все три этапа данного дополнительного сервиса найдет свое отражение в заключаемом договоре. От ЧПТУП «Окна-Виктория» также не потребуются больших усилий и затрат по реализации данной услуги. Демонстрация смазки прокладок и механизмов занимает не больше одной минуты. Напоминание о наступлении срока технического обслуживания будет проводиться в соответствии с базой в Excel. При этом наше предприятие вследствие реализации данного мероприятия по стимулированию сбыта одновременно решает несколько задач:

- Осуществляется стимулирование потребителей за счет предоставления им дополнительного уровня сервиса. При этом данный дополнительный вид сервиса не навязчив и потребитель может сам осуществлять его без существенных дополнительных затрат. Также это будет работать на благоприятный имидж предприятия, которое заботится о том, чтобы его продукция у клиента служила долго. Несомненно, данный шаг поможет привлечь новых покупателей.

- Потребитель будет периодически вспоминать о нашем предприятии, так как ему будут напоминать о необходимости осуществления технического обслуживания окон или дверей. Соответственно, будет происходить стимулирование повторной закупки продукции у нашего предприятия. Поскольку клиенты будут вспоминать об изготовителе окон минимум раз в полгода, то количество устных коммуникаций, в том числе и положительных отзывов с рекомендациями друзьям, знакомым, коллегам и прочему кругу общения существенно возрастет.

- Продукция нашего предприятия будет дольше служить потребителям, что повысит репутацию производимых окон и дверей, а соответственно, и общий положительный имидж ЧПТУП «Окна-Виктория». Ведь потребитель не склонен винить себя в неправильной эксплуатации, и когда продукция начинает терять свои первоначальные кондиции, он склонен обвинять производителя в поставке некачественного товара. В связи с этим повторные закупки окон и дверей клиенты зачастую осуществляют у новых производителей. Данное мероприятие по повышению уровню сервиса должно устранить возникновение данных негативных факторов.

При этом основным преимуществом данного мероприятия является тот факт, что оно не влечет за собой никаких дополнительных затрат. Также в отличие от мероприятий по стимулированию деятельности персонала предприятия, оно никаким образом даже чисто теоретически не может негативным образом повлиять на деятельность организации, ведь при изменении условий оплаты труда всегда имеется риск, что сотрудники наоборот станут работать еще хуже, не справляться, могут счесть данные условия слишком жесткими, а требования невыполнимыми. Тогда кто-то может начать работать хуже или саботировать деятельность, а кто-то будет больше времени уделять поиску новой работы. Новые сотрудники не всегда могут быть лучше предыдущих. Таким образом, производитель всегда отчасти рискует, изменяя систему оплаты труда работников. В данном случае никакого изменения принципов работы не потребуются. В самом худшем случае потребители просто будут отказываться от данного вида сервиса.

ТРЕЙД-МАРКЕТИНГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**Д. С. Тарасенко***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Сегодня конкуренция в товарных категориях растет с каждым днем, у потребителя очень богатый выбор товаров и естественно он более избирательно относится к каждому конкретному торговому предложению. Уже недостаточно просто предложить качественный продукт по хорошей цене и разместить в СМИ привлекательную рекламу. Современному потребителю нужно что-то большее и здесь на помощь производителям и поставщикам в организации продвижения товаров приходит трейд-маркетинг.

Трейд-маркетинг – это комплекс маркетинговых мероприятий, направленных на организацию продвижения товара от производителя к конечному потребителю и позволяющих таким образом увеличить продажи.

Цели трейд-маркетинга:

- увеличение объема сбыта продукции путем стимулирования посредников и продавцов;
- создание у потенциальных потребителей позитивного имиджа компаний-изготовителей, формирование лояльного отношения потребителей к ним и на продукцию, произведенную ими.

Трейд-маркетинг решает следующие задачи:

- убедить торгового партнера совершить закупку товара;
- убедить покупателя совершить покупку;
- увеличить объем продаж товара;
- подчеркнуть образ торговой марки;
- постепенно формировать знание товара.

Методы работы трейд-маркетинга довольно многообразны, но ключевыми являются:

- прямое стимулирование сбыта с помощью поощрения клиентов бонусами, скидками и подарками за сделанные покупки, а также с призовыми конкурсными розыгрышами товаров;
- мерчендайзинг – это особая маркетинговая раскладка товарных марок на оборудовании торгового зала, информирование потребителей о новинках в ассортименте бренда, консультирование желающих узнать о преимуществах продукции, организация выставок, а также разработка развернутых акционных программ;
- специальные события – маркетинговые выставочные акции для представления новой продукции, проведения обучающих мероприятий для работников предприятий-посредников.

Рынок покупателя в Беларуси характеризуется широким ассортиментом продукции; развитием конкуренции; ростом требований покупателей к качеству продукции, к уровню обслуживания. В последнее время многим производителям и торговым точкам все труднее становится оставаться лидером и удерживать свою долю рынка. В условиях конкуренции многие организации и производители, и поставщики, и торговые точки объединяются для совместной работы, в том числе проведения рекламных кампаний и создания программ лояльности. Именно лояльность конеч-

ных покупателей является одним из важнейших конкурентных преимуществ как для непосредственных производителей товара, так и для торговых точек. Первый шаг на пути к завоеванию лояльности – удовлетворенность покупателя. Поэтому белорусские предприятия все активнее используют различные инструменты трейд-маркетинга (например, мерчандайзинг, ВТЛ, промоакции, дисконтные карты, бонусные программы и т. д.). Хотя использование отдельных элементов трейд-маркетинга не всегда приводит к ожидаемым результатам, а проведенные в комплексе мероприятия по трейд-маркетингу способны увеличить объем продаж на 20–40 % от начального.

Пока еще не все белорусские производители рассматривают трейд-маркетинг как комплексную программу, тем более, что в период кризиса в части экономии средств многие стремятся сократить объемы средств на маркетинг.

Однако такие известные производители («Савушкин продукт», «Санта Бремор», «Спартак», «Коммунарка», «Туровский молочный комбинат» (ТМ «Bonfesto»), «Онега», «Криница», Могилевская фабрика мороженого, «ГродноХимволокно», «Белита-Витэкс» и др.) и поставщики («Караван», «Мостра-групп», «Бритиш-Американ Табакко ТрейдингКомпани» и др.) используют все инструменты трейд-маркетинга, рассматривая его как часть стратегии всего предприятия.

Можно назвать наиболее популярные мероприятия трейд-маркетинга белорусских предприятий:

- участие в отраслевых, специализированных, международных выставках, ярмарках и использование мобильных промозон в людных местах (на праздниках, фестивалях, спортивных и городских мероприятиях и т. д.);
- дегустация;
- благотворительные акции, спонсорство;
- участие в телевизионных передачах, публикация материалов в СМИ;
- раздача листовок (лифлетинг);
- периодическое снижение цен на товар и распространение купонов на последующие покупки со скидкой через журналы, другие товары или почтой;
- скидки партнерам при закупке товаров по предоплате, отсрочке платежа и т. д.;
- специальная упаковка;
- акционные упаковки.

Например, «Туровский молочный комбинат» (ТМ «Bonfesto») на мероприятия по трейд-маркетингу использует около 25–30 % маркетингового бюджета. Ежемесячно проводят не менее 12 дегустаций в разных торговых сетях только Минска. Региональные торговые представители тоже активно используют формат дегустаций в крупных торговых центрах.

Размещают рецепты на фирменном сайте www.bonfesto.com, в наших группах и группах наших партнеров в социальных сетях (Facebook). На сайте размещены пошаговые рецепты приготовления блюд из сыров Bonfesto, разработанные бренды шеф-поваром. Размещают рецепты непосредственно на упаковке продукции.

Проводят кобрендинговые программы сотрудничества с партнерами. Среди таких проектов:

- Мероприятия совместно с дистрибьюторами в канале HORECA – для представителей кафе и ресторанов проводятся мастер-классы, совмещенные с обучением и дегустацией. Сотрудничаем с известными белорусскими рестораторами и поварами (Иньяцио Росса, Александр Чикилевский, Андрей Резников, Раиса Савкова и др.).

• Партнерство/спонсорство в организации конкурсов и фестивалей профессиональных и специализированных, а также культурных.

Много занимаются популяризацией в массовых печатных изданиях линейки сыров. Публикуют материалы в кулинарных журналах. Участвуют в кулинарных проектах, организуют и проводят собственные мастер-классы, сотрудничают с кулинарными школами. Участвуют в телевизионных программах (передача «Дело вкуса» на телеканале «НТВ Беларусь»; программа «Жить здорово» на Первом канале), посредством которых доводят до потребителей информацию о полезных свойствах и, главным образом, конкретных способах приготовления блюд с производимыми сырами. Снимают рекламные ролики.

Принимают участие в массовых мероприятиях, проводимых в формате больших городских фестивалей на открытых площадках или тематических праздников на территории торговых центров.

Кондитерская фабрика СОАО «Комунарка» проводит постоянно презентации – дегустации новой продукции, участвует в благотворительных акциях (например, благотворительный концерт СОАО «Коммунарка» во Дворце Республики, благотворительная акция «Нашим детям», акция «Белая Русь» – с любовью к детям», новогодние акции и т. д.), участвует в международных выставках, ярмарках, городских мероприятиях, проводит рекламные игры (рекламная игра «Новогодние чудеса от Коммунарки» (призы – 12 планшетов Prestigio PMP7100D3G_QUAD, 5 телевизоров Toshiba 32W3453R, путевка на двоих в тур по Европе (Амстердам–Париж–Прага), акции «Купи продукцию «Коммунарка» на определенную сумму и получи подарок», предоставляет скидки партнерам при условии внесения ими предоплаты и другие акции.

Поэтому, создавая сегодня эффективную систему трейд-маркетинга на предприятии, производители и поставщики никогда не пожалеют о затраченных времени и средствах, так как эффективная кампания позволит значительно повысить доверие потребителя к их продукции или услугам и таким образом увеличить объем продаж.

Литература

1. Ильичева, И. В. Маркетинговые технологии : учеб.-метод. пособие / И. В. Ильичева. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 158 с.
2. Трейд маркетинг – современный двигатель продаж. – 2014. – Режим доступа: <http://www.media-matrix.com/>. – Дата доступа: 26.02.2016.
3. Трейд-маркетинг: инструменты и мероприятия. – 2014. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/156251/treyd-marketing-eto-chto-takoe-treyd-marketing-instrumentyi-i-meropriyatiya/>. – Дата доступа: 26.02.2016.
4. BTL услуги в Беларуси. – 2015. – Режим доступа: <http://sostav.by/cat/BTL-uslugi-v-belorussii.html/>. – Дата доступа: 26.02.2016.
5. Портал Торговый маркетинг. – 2016. – Режим доступа: <http://trademarketing.ru/>. – Дата доступа: 27.02.2016.
6. Трейд-маркетинг, или создание стимулов для торговли. – 2016. – Режим доступа: <http://www.produkt.by/Journal/item/363/>. – Дата доступа: 27.02.2016.
7. Bonfesto : уверенное развитие в условиях кризиса. – 2015. – Режим доступа: <http://bonfesto.ru/about/news/63.html/>. – Дата доступа: 27.02.2016.
8. Режим доступа: <http://www.spartak.by/press/>. – Дата доступа: 27.02.2016.
9. Режим доступа: <http://www.kommunarka.by/>. – Дата доступа: 27.02.2016.
10. Режим доступа: <http://ingman.by/ru/aktcii-i-novosti.html/>. – Дата доступа: 27.02.2016.

ВЛИЯНИЕ ИМИДЖА БЕЛАРУСИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЪЕЗДНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

К. А. Титушкина

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

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Имидж страны имеет сложную структуру, которая включает в себя такие факторы, как туристическая привлекательность, история и культура нации, человеческий капитал, качество экспортируемых товаров, инвестиционная привлекательность.

В туристическом плане Беларусь имеет ряд преимуществ по сравнению с другими странами. Среди них: близость к Западной Европе, Скандинавии – туристическому рынку с высоким финансовым потенциалом; соседство со странами Балтии, Россией и Польшей; древняя история и самобытная культура (15 тыс. объектов, имеющих историческую, архитектурную и культурную значимость, из них 4,8 тыс. – национального значения); сохранившийся природный потенциал (обширные лесные массивы, множество водных акваторий, богатое биологическое и генетическое разнообразие, природные лечебные ресурсы).

Первый фактор – туристическая привлекательность. Несмотря на то что Беларусь не обладает «классическими» объектами туристической привлекательности – море, горы, сохранившиеся культурно-исторические памятники, нетронутая природа Беларуси, уникальные леса и болота привлекают приверженцев со всего мира. В стране действуют четыре национальных парка: «Беловежская пушта», «Браславские озера», «Припятский», «Нарочанский». Особо охраняемой государством заповедной территорией и интереснейшим туристическим комплексом является также Березинский биосферный заповедник. Помимо национальных парков и Березинского биосферного заповедника система особо охраняемых природных территорий Беларуси включает 85 заказников республиканского значения и 348 – местного. Все национальные парки предлагают туристам прогулки по экологическим тропам. Беларусь – страна удивительной красоты озер. Озера Беларуси – визитная карточка нашей страны с восхитительной природой. В самых живописных местах Поозерья располагаются рекреационные объекты разной направленности: пансионаты, санатории, базы отдыха. Сюда часто приезжают те, кто предпочитает слияние с «дикой» природой.

За последнее время число санаторно-курортных, оздоровительных и других организаций увеличилось, а это свидетельствует о сохранности материально-технической базы для оздоровления населения. По данным, единовременная вместимость санаторно-курортных и оздоровительных организаций составила 41,9 тыс. мест. Количество отдыхающих увеличилось в 1,5 раза.

В белорусские санатории приезжают оздоровиться граждане из Германии, Израиля, Латвии, Литвы. Но основную группу составляют россияне (около 70 %). Их интерес вызван несколькими причинами: привлекательная природа, мирная политическая обстановка в стране, качество белорусских продуктов питания, доступность цен, современная лечебная база, неплохой сервис.

Второй фактор – история и культура нации. Иностранцев в Беларуси больше всего привлекают туры по объектам из списка Всемирного наследия ЮНЕСКО. У иностранных туристов наиболее популярны туристические маршруты – Беловежская пушта, замковый комплекс «Мир», архитектурно-культурный комплекс бывшей резиденции Радзивиллов в Несвиже, пункты Дуги Струве. Эти достопримечательно-

сти стали известны широкому кругу потенциальных туристов во всем мире благодаря их включению в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Как правило, при знакомстве с Беларусью иностранцы не стремятся сразу же ехать в глубинку, а посещают в первую очередь знаменитые во всем мире места.

Третий фактор – человеческий капитал. Начнем с того, что именно от людей и их поведения зависит мнение и благоприятный образ о стране. Наш белорусский национальный характер наделен такими чертами, как гостеприимство, терпимость, толерантность, трудолюбие, дружелюбие, гуманность, законопослушность, традиционализм, тяга к образованию, прочность и стойкость во всем, чтобы нас ни ожидало. Беларусь любят за чистоту, хорошую экологию, за спокойствие и умиротворенность, которые дарит отдых в этой стране.

Четвертый фактор – качество экспортируемых товаров. Беларусь обладает достаточным потенциалом для привлечения гораздо большего числа туристов, чем сейчас. Но, с другой стороны, не только туристы «напрямую» контактируют с республикой. Есть еще и деловые партнеры отечественных предприятий. Для бизнеса большое значение имеет то, как выглядит Беларусь на международной арене. В итоге то, насколько успешно мы продаем свои товары и услуги за рубежом, зависит напрямую от того, как нас там воспринимают. Поэтому имидж страны есть составная часть репутации нашего экспортного потенциала как в сфере товаров, так и в сфере услуг. В настоящее время экспорт страны падает, качество продукции ухудшается. Первая проблема – это отсутствие так называемых новых «точек роста»: значимых товаров, которые позволили бы существенно нарастить экспортную выручку. Вторая проблема – резкое сокращение поставок так называемых «инвестиционных» товаров (грузовых автомобилей, седельных тягачей, тракторов и прочей сельхозтехники) на экспорт. Данная группа товаров (наряду с нефтепродуктами и калийными удобрениями) традиционно приносила стране значительный объем выручки.

Пятый фактор – качество государственного управления. Большинство туристов, которые приезжают в Беларусь, – россияне. Европейцы, к сожалению, к нам не спешат. Главная причина – неудобство получения визы. Первое, с чем сталкивается потенциальный турист при планировании поездки в Беларусь, – оформление визы. Кроме того, получить многократную туристическую визу в Беларусь иностранцу практически невозможно. Еще одним негативным фактором является необходимость регистрации в местном ОГиМ, если иностранец находится на территории республики дольше четырех дней. Это препятствует развитию самостоятельного туризма. Цена штампа зависит от того, из какой страны приезжает турист. Безбарьерный безвизовый въезд в Беларусь существует только для граждан: стран СНГ, Венесуэлы, Кубы, Сербии, Черногории, Монголии, Македонии.

Шестой фактор – инвестиционная привлекательность. В Беларуси создан Консультативный совет по иностранным инвестициям, работа которого ориентирована на улучшение инвестиционного климата. Создается также национальное агентство по инновациям и инвестициям. Функционируют шесть свободных экономических зон с преференциальными условиями деятельности. Огромное внимание уделяется формированию конкурентоспособного и рационально функционирующего банковского сектора, пользующегося доверием населения и отвечающего потребностям реального сектора экономики. Следует отметить, что правительством усилена работа по предоставлению иностранным банкам возможности расширения масштабов их деятельности в Беларуси. Эти меры должны увеличить динамику въездного туризма, который сегодня серьезно уступает выездному туризму.

В 2015 г. Беларусь посетило около 300 тыс. туристов. Больше всего организованных туристов приехало из России. Среди стран вне СНГ лидерами по числу посещений Беларуси являлись Германия, Китай, Италия, Латвия, Литва, Польша, Франция, Эстония. Средняя продолжительность пребывания иностранных туристов в стране в 2015 г. составила 5 дней (в 2014 г. – 4 дня). В Беларуси продолжает развиваться внутренний туризм. Так, в 2015 г. число организованных туристов внутри страны составило 91,5 тыс. (в 2014 г. – 56,2 тыс.), а экскурсантов – 745,2 тыс. (в 2014 г. – 647,5 тыс.). В прошлом году в гостиницах и аналогичных средствах размещения проживало 1606,1 тыс. человек. Более половины (57,2 %) из числа проживающих составили граждане Беларуси, граждане из других государств – 42,8 %, в том числе из стран СНГ – 31 %. В санаторно-курортных и оздоровительных организациях в 2015 г. было размещено 760,7 тыс. человек, из них 172,9 тыс., или 22,7 % иностранных граждан. По данным Министерства по налогам и сборам Беларуси, на конец 2015 г. в стране зарегистрировано 2263 субъекта агроэкотуризма, (в Брестской области – 346, Витебской – 605, Гомельской – 196, Гродненской – 303, Минской – 597, Могилевской – 216). Численность туристов, воспользовавшихся услугами агроэкотуризма за прошлый год, составила 294,3 тыс., из них 88,1 % были гражданами Беларуси.

Безусловно, в имидж Беларуси внес свой вклад прошедший Чемпионат мира по хоккею. После мирового первенства поток туристов постепенно набирает обороты. Если в прошлые года туристы из Скандинавии были для нас новинкой, то сейчас их достаточно большое количество.

Факторы, которые сдерживают развитие въездного туризма в Республику Беларусь:

- малое количество гостиниц туристического класса (2–3 звезды) с современным уровнем комфорта и набором сервисных услуг, а также более высокого класса (4–5 звезд) для делового туризма; медленное развитие придорожного сервиса;
- несоответствие качества турпродукта его цене, которая сопоставима с предлагаемой в Турции, Черногории, и выше, чем в Польше, Литве, Украине при более низком уровне качества;
- недостаточно полная информация и реклама Республики Беларусь как страны, богатой туристическими ресурсами;
- сложный порядок выдачи виз и их высокая стоимость для граждан иностранных государств (отдельные страны, почувствовав отток туристов, уже готовы идти на снижение стоимости виз);
- отсутствие практики создания благоприятных условий для инвестиций в туристическую инфраструктуру;
- невысокий уровень подготовки кадров и отсутствие опыта качественного обслуживания в рыночных условиях, отсутствие специализированных научных учреждений в сфере туризма.

Положительным имиджем Беларуси является наша природа, культура и нация, памятные места, связанные с жизнью и деятельностью знаменитых людей. Древний Полоцк является родиной выдающихся просветителей: Франциска Скорины, Симеона Полоцкого и Евфросиньи Полоцкой. Музеи, памятники и мемориальные знаки хранят память о деятелях национальной культуры, среди которых Янка Купала и Якуб Колас, Максим Богданович, Франциск Богушевич и др. Белорусская земля подарила миру выдающихся деятелей культуры, науки, искусства, политики: Адам Мицкевич, Михаил Клеофас, Огинский, Отто Шмидт, Марк Шагал, Тадеуш Костюшко, Павел Сухой и др.

На основании вышеизложенного можно подвести итог, что Республика Беларусь обладает всеми возможностями для улучшения своего туристического имиджа, однако следует уделить особое внимание факторам, сдерживающим экспорт туристических услуг.

Л и т е р а т у р а

1. Режим доступа: http://beldumka.belta.by/isfiles/000167_656676.pdf.
2. Режим доступа: <http://eurobelarus.info/news/economy/2011/11/26/image-belarus.html>.
3. Режим доступа: <http://www.director.by/index.php/section-blog/28-oct2009/714-2010-02-05-13-04-21.html>.
4. Режим доступа: <http://www.interfax.by/article/102515>.

СЕКЦИЯ IX ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ

В. В. Аниканов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель В. И. Аверченков

В процессе построения систем информационной безопасности одним из ключевых аспектов является разработка модели нарушителя. Данная модель позволяет систематизировать информацию о типах и возможностях субъектов, целях их воздействия и подготовки необходимых средств организационной и технической защиты. Правильно разработанная модель нарушителя является гарантией построения грамотной системы информационной безопасности.

Актуальность работы обусловлена тем, что большое количество конфиденциальной информации обрабатывается с использованием средств автоматизации, доступ к которым случайно или преднамеренно может получить нарушитель. Система комплексного анализа всех возможных нарушителей и методов противодействия угрозам позволит снизить стоимость системы информационной безопасности, определить величину ущерба от несанкционированного доступа к защищаемой информации, а также рационально использовать средства защиты информации.

Важным аспектом является отсутствие автоматизированных систем, позволяющих рекомендовать службе безопасности способы и средства противодействия отдельным категориям нарушителей информационной безопасности. В связи с этим система безопасности выстраивается обобщенная и не учитывает специфику работы организации и уровень подготовки работников.

Главной целью работы является разработка автоматизированной системы на базе собственной методики выявления нарушителей информационной безопасности.

В основные задачи работы входят:

- 1) разработка методики классификации объектов защиты;
- 2) разработка методики классификации способов несанкционированного и непреднамеренного воздействия;
- 3) категорирование нарушителей информационной безопасности с выработкой наиболее оптимальных способов противодействия;
- 4) оценка предрасположенности к несанкционированному доступу отдельных категорий нарушителей;
- 5) оценка вероятности нарушения и величины ущерба.

Анализ возможностей нарушителя показывает, что для построения эффективной системы безопасности недостаточно определить категории нарушителей. Необходимо сформировать индивидуальную картину относительно каждого сотрудника организации в соответствии с профессиональными обязанностями, уровнем доступа

к ресурсам организации, имеющимся навыкам и интересам, после чего классифицировать потенциальные объекты защиты, а также способы воздействия на них.

Рассмотрим концептуальную модель работы автоматизированной системы (рис. 1).

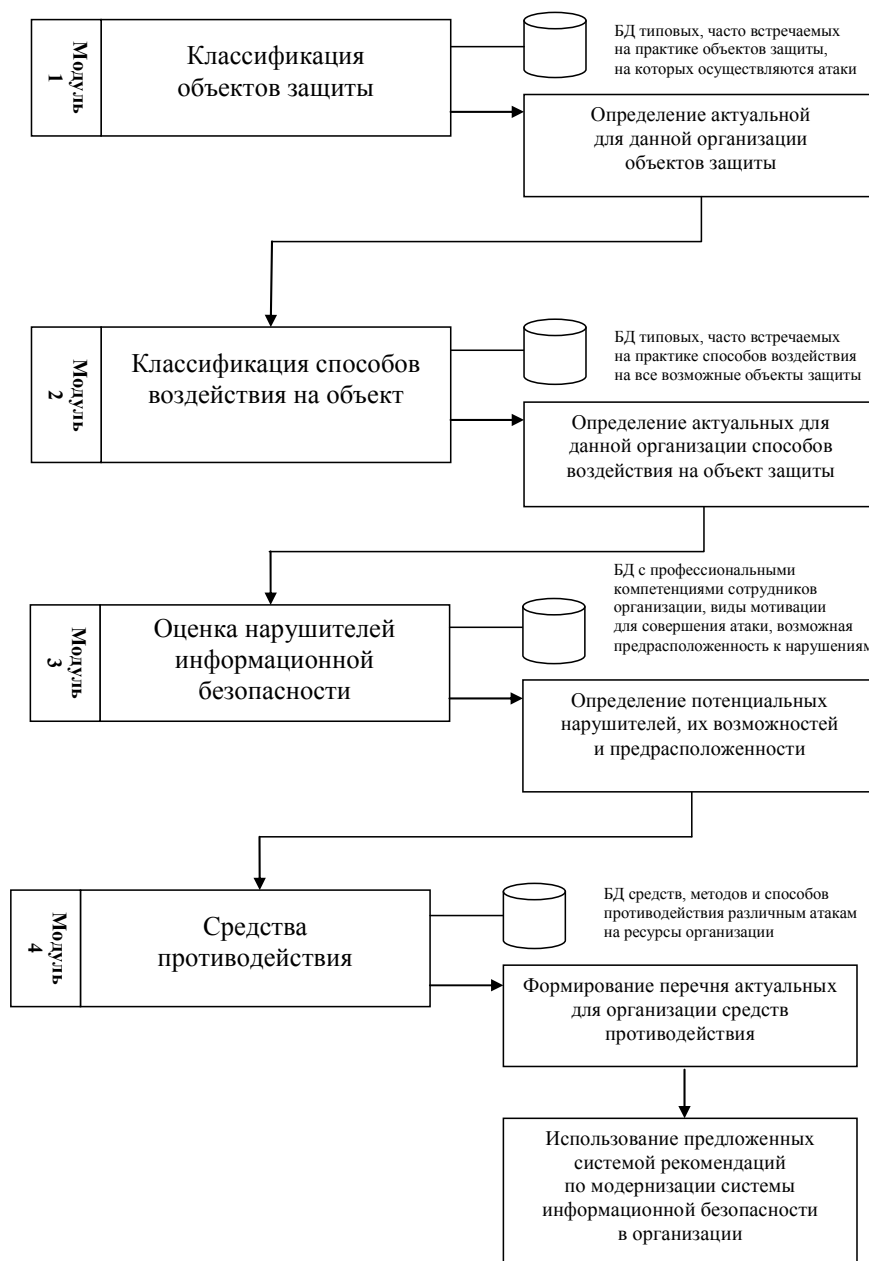


Рис. 1. Концептуальная модель работы системы

Рассмотрев основные виды атак, можно выделить следующие виды объектов, на которые нарушители наиболее часто оказывают воздействие:

- 1) информационные системы;
- 2) базы данных;
- 3) средства защиты информации.

Любой из данных объектов имеет определенные параметры, используя которые нарушитель может реализовать атаку. Для того чтобы учитывать различные сцена-

рии атак на систему, конкретному типу нарушителей можно присвоить определенный уровень технической и организационной подготовки для реализации тех или иных угроз в соответствии с уровнями.

В рамках реализации проекта предполагается разработать совокупность основных модулей, представленных в концептуальной модели, и дополнительных:

1. Модуль классификации объектов защиты.
2. Модуль классификации способов воздействия на объект.
3. Модуль классификации нарушителей информационной безопасности.
4. Модуль тестирования потенциальных нарушителей на предрасположенность к реализации атак.
5. Модуль оценки вероятности нарушения.
6. Модуль оценки величины ущерба в случае реализации угрозы.

Каждый модуль будет разрабатываться на основе авторской методики, которая будет учитывать уровень информационной безопасности в организации и требования нормативно-правовых документов.

Акцент в разработке методики для данной автоматизированной системы будет сделан на анализ возможностей потенциального нарушителя (организационные и технические) с учетом профессиональных компетенций, а также на анализ совокупности положительной и отрицательной мотивации, которая может подтолкнуть потенциального нарушителя информационной безопасности к атаке на ресурсы организации.

Потенциальными покупателями данной системы являются коммерческие фирмы, федеральные органы власти, органы муниципального управления, которые заинтересованы в безопасности информации, которая хранится и обрабатывается в информационных системах и базах данных, а также в санкционированном доступе к средствам защиты информации.

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «УЛИЦЫ ГЕРОЕВ»

Г. В. Беломутов, П. Ю. Дроздов, А. С. Куранцов, И. Д. Шинкоренко

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

Научный руководитель Т. В. Тихоненко

Именами Героев Великой Отечественной войны названо большое количество улиц. Не исключением является Гомель – город с богатым историческим прошлым. В нем насчитывается более 60 улиц, названных в честь Героев Великой Отечественной войны. Иногда, прогуливаясь по такой именной улице, возникает вопрос: почему она так называется? Можно долго искать в Интернете ответы, но, на наш взгляд, проще, когда под рукой есть специальное приложение, содержащее всю достоверную информацию по необходимым улицам.

Разработанное мобильное приложение «Улицы Героев» – это своеобразный путеводитель по улицам города Гомеля, названным в честь Героев Великой Отечественной войны. Это приложение разрабатывалось к годовщине освобождения города Гомеля от немецко-фашистских захватчиков. Приложение дает возможность ознакомить жителей и гостей города Гомеля с его историей, путем предоставления интересной информации через специализированное приложение для мобильных телефонов и планшетов (рис. 1).

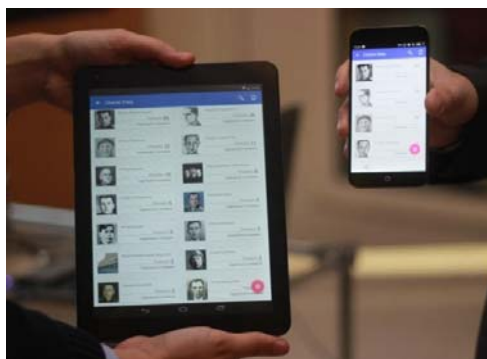


Рис. 1. Вид основного меню приложения

Важной особенностью данного мобильного приложения является сканирование QR-кодов, которые могут быть размещены на людных местах интересующих улиц. QR-код (англ. quick response – быстрый отклик) – матричный код (двумерный штрихкод), разработанный и представленный японской компанией «Denso-Wave» в 1994 г. Процесс сканирования QR-кода улицы Братьев Лизюковых с помощью приложения «Улицы Героев» отображен на рис. 2.

Разработка данного мобильного приложения преследует две цели:

- разместить в удобной форме историческую информацию об улицах, названных в честь Героев Великой Отечественной войны;
- повысить интерес к героическому прошлому города;
- углубить знания истории города у его жителей и гостей.

Следует отметить, что настоящее поколение очень сильно привязано к новым технологиям [1], сейчас почти все есть в интернете, так скажем в «электронном варианте», поэтому, на наш взгляд, проще донести такую информацию не только через книги, а и через «любимые» смартфоны. Мобильное приложение «Улицы героев» имеет простой и удобный функционал, что позволяет без труда использовать его не только молодежи, но и старшему поколению.



Рис. 2. QR-кода улицы Братьев Лизюковых

Конечная цель работы – разработать функциональное мобильное приложение, которое всегда будет с пользователем в его мобильном телефоне или планшете и позволит ознакомить с историей города, в котором он находится.

На сегодняшний день разработан прототип под операционную систему Android. Данный прототип пока не доступен для общего использования и является демонстрационной версией.

Программная реализация проекта делится на три части:

- разработка дизайна;
- программирование;
- информационное наполнение.

Каждой из этих сторон следует уделить особое внимание.

Первое – это разработка дизайна приложения. Хорошее визуальное представление информации – это важная составляющая. Для прорисовки дизайна мобильного приложения был выбран графический редактор Photoshop CS5. Вначале был придуман графический элемент, представляющий приложение, – иконка, которая полностью отражает суть разработки (рис. 3).



Рис. 3. Иконка приложения

Второе – это техническая реализация проекта. Чтобы приложение работало «как часы» нужно уделить особое внимание этой части и детально ее проработать. Для программирования были выбраны следующие средства разработки:

- Android Studio – интегрированная среда разработки для работы с платформой Android;
- Java – объектно-ориентированный язык программирования;
- MySQL – свободная реляционная система управления базами данных;
- PHP – скриптовый язык общего назначения для создания web-интерфейса работы с базой данных;
- GitHub – крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки.

Быстродействие и лаконичный дизайн – это всего лишь оболочка, и поэтому переходим к последнему по порядку, но не последнему по значимости, пункту. Третье – достоверная информация. Для приложения, основной функцией которого является предоставление информации, очень важна достоверность, и поэтому огромная часть работы была направлена на поиск, уточнение, редактирование и стилизацию контента мобильного приложения [2].

Далее опишем последовательность работы и имеющийся функционал мобильного приложения «Улицы Героев». После скачивания и установки приложения на мобильном устройстве нужно нажать на иконку (рис. 3). Перед пользователем появится главное окно, на котором он увидит текст приветствия и две кнопки: «Просмотр» и «QR-сканер». Если нажать на «QR-сканер», то пользователь сможет отсканировать QR-код улицы (рис. 2), после чего ему сразу же откроется карточка необходимой улицы. Это происходит так же, как в современных магазинах на кассе распознают то, что вы купили по штрих-коду, однако поиск по QR-коду работает гораздо быстрее. Если пользователь нажмет на кнопку «Просмотр», то ему откроются все карточки улиц, названных в честь Героев, которые имеются в базе данных (рис. 1). О каждой улице

можно прочитать подробнее или просмотреть ее местонахождение на карте. Для этого для каждой карточки предусмотрено две кнопки «Подробнее» и «Карта». В приложении реализована поддержка карт Google, поэтому вид окна с маркером улицы на карте выглядит знакомо (рис. 4).

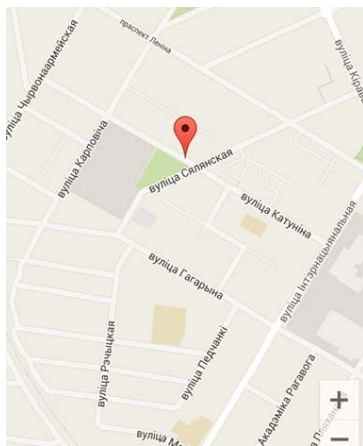


Рис. 4. Улица на карте

Программа также имеет опцию «умный поиск», который позволяет выполнять сортировку по первым вводимым буквам названия улицы, и опцию «check in», которая дает возможность отметить на улице, посещенную пользователем.

Таким образом, был реализован функционал, позволяющий получить достоверную информацию об улицах города Гомеля, названных в честь Героев Великой Отечественной войны.

Литература

1. Информационно-аналитический центр при Администрации президента Республики Беларусь. – 2015. – Режим доступа: <http://iac.gov.by/>. – Дата доступа: 27.03.2015.
2. Свободная энциклопедия. – 2015. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 15.09.2015.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КУРСА «ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

В. А. Васечкина

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Брянский государственный
технический университет», Россия*

Научный руководитель О. М. Голембиовская

Дистанционное обучение в настоящее время активно внедряется в систему высшего образования, а также в систему повышения квалификации специалистов, в том числе педагогов (дистанционные курсы повышения квалификации, вебинары). В настоящее время дистанционное обучение представляет собой процесс представления лекционных материалов в презентационном виде с сопровождением голосовых комментариев преподавателя. Уже давно доказано, что текстовая информация усваивается гораздо хуже той же самой информации в видео-формате. Ведь люди запоминают только 10 % того, что они прочитали, 20 % того, что они услышали

и 70 % от просмотра видеофильмов. Инфографика – новый, эффективный способ донести информацию, данные и знания посредством визуальных образов. Разработка обучающей автоматизированной системы с использованием инфографики позволит студентам направления «Информационная безопасность» лучше воспринимать и запоминать информацию. Алгоритм работы обучающей автоматизированной системы для слушателей программы «Защита персональных данных» представлен на рис. 1.

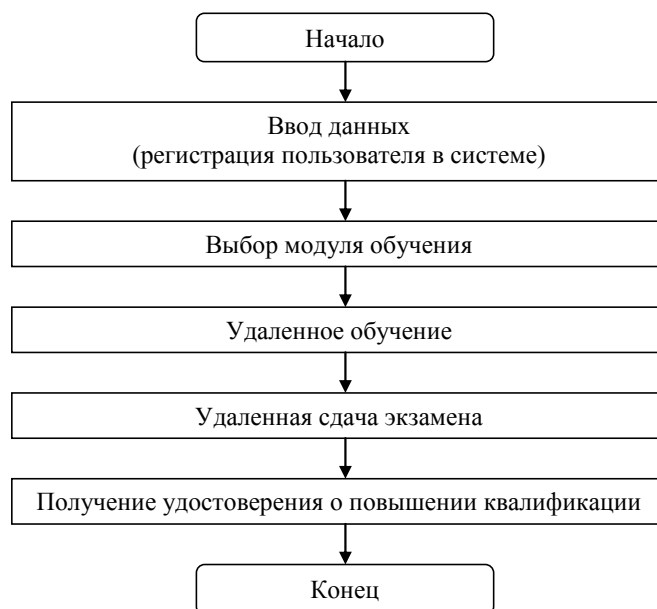


Рис. 1. Алгоритм работы обучающей автоматизированной системы для слушателей программы «Защита персональных данных»

Обучающая автоматизированная система состоит из четырех модулей: информационного, модуля нормативно-правовой базы в области защиты персональных данных, консультационно-обучающего модуля и тестирующего модуля.

Концептуальная модель работы обучающей автоматизированной системы для слушателей программы «Защита персональных данных» представлена на рис. 2.

Информационный модуль представляет собой базу данных необходимых терминов и определений в области защиты персональных данных.

Модуль нормативно-правового обеспечения защиты персональных данных в Российской Федерации содержит нормативно-правовую документацию в области защиты персональных данных.

Консультационно-обучающий модуль представляет собой блок лекций с использованием инфографики, включая перечень угроз и необходимых средств защиты для их нейтрализации.

Тестирующий модуль представляет собой автоматизированные тесты, которые позволят выявить уровень знаний обучающихся. В результате прохождения тестов обучающемуся будет выдаваться сертификат о повышении квалификации.

Эффективностью применения системы является проведение исследования, в рамках которого была выбрана группа слушателей из 5 человек. В течение 7 дней проводилось дистанционное обучение по стандартному лекционному материалу. Преподаватель по вебинару читал лекцию с использованием презентации. В итоге тест слушателями был сдан на 85 %.

В течение следующей недели были проведены лекции с использованием инфографики. После тестирования слушателей тест был сдан на 94 %.

Окно входа в систему представлено на рис. 3.

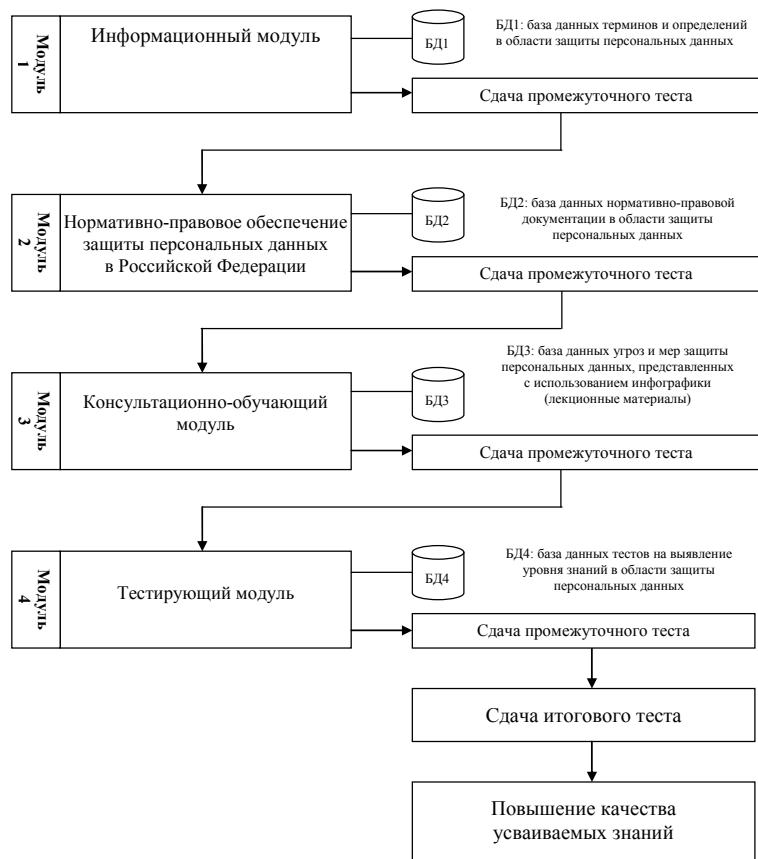


Рис. 2. Концептуальная модель работы системы



Рис. 3. Окно входа в систему

Инфографика как средство визуальной коммуникации актуально, так как способствует быстрому усвоению и запоминанию информации, акцентируя внимание на самом главном [1].

Литература

1. Проблемы компьютерного представления образовательной информации / И. А. Морев [и др.] // Вестн. УдГУ. – 2001. – № 10–11. – С. 198–205.

ОБ ОДНОЙ МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Д. В. Гетиков, Е. С. Абрамов, Д. В. Деревянко

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Научный руководитель Е. И. Сукач

Существует ряд задач, решение которых предполагает оптимизацию транспортных систем (ТС) в соответствии с заданным критерием. Среди них можно выделить две «классические» задачи – определение максимального потока и выбор кратчайшего пути для заданных истока и стока. В то же время решение указанных задач становится возможным при определенных ограничениях ТС и их участков.

Если исследуемая ТС и ее количественные показатели подчиняются заданным закономерностям, не меняющимся с течением времени и не зависящим от случайных факторов, то основным подходом, используемым при оценке вероятностных характеристик данной системы и ее потоков, принято считать использование детерминированных алгоритмов. Так, при нахождении максимального потока для ТС применяется алгоритм Форда-Фалкерсона. Данный алгоритм имеет существенный недостаток – его применение предполагает учет пропускной способности участков системы как постоянных величин, не зависящих от случайных факторов функционирования.

В случаях, когда функционирование системы зависит от случайных факторов, возможно применение расчетного метода, основанного на сочетании аналитических алгоритмов решения классических задач и метода Монте-Карло. Суть его заключается в использовании модифицированных детерминированных алгоритмов при учете вероятностных характеристик участков системы, значения которых «разыгрываются» с использованием метода статистических испытаний [1]. Однако метод подобного рода предполагает рассмотрение различных траекторий функционирования исследуемых систем во времени с последующим усреднением полученных статистических результатов, что является весьма ресурсоемким как по материальным, так и по временным затратам процессом.

Альтернативным способом оценки максимального потока ТС является вероятностный подход. В этом случае ТС представляется в виде графа, для которого указан исток и сток. В расчетах в качестве исходных данных используются векторы вероятностей, которые характеризуют вероятные значения пропускной способности участков ТС. Ставится задача поиска вероятностной оценки максимального потока ТС, а также соответствующих интервальных значений пропускной способности ТС с учетом имеющихся данных. Для ТС простой графовой структуры применим метод вероятностно-алгебраического моделирования. Он гарантирует определение интегральных вероятностных характеристик ТС, увеличение числа элементарных участков которых и их состояний не приводит к экспоненциальному усложнению расчетов.

Для ТС структурно-сложной организации метод вероятностно-алгебраического моделирования предполагает декомпозицию исследуемой ТС в виде непересекающейся совокупности графовых подструктур-четырёхполюсников, являющихся образами подсистем исследуемой системы и последующее вероятностно-алгебраическое умножение полученных векторов вероятностей, характеризующих пропускную способность выделенных графовых структур.

Алгоритм оценки пропускной способности ТС реализуется несколькими последовательными «шагами». На *шаге 1* генерируются все детерминированные варианты

реализации случайного графа $G(N, K)$, ребра которого имеют вероятностные веса, определяющие вероятности возможных значений пропускной способности участков. На *шаге 2* для полученных вариантов реализаций, представляющих собой графы $G_i(N, K)$ с детерминированными значениями пропускной способности участков, на основе алгоритма Форда-Фалкерсона определяется величина максимального потока и его распределение по сети. В результате каждой реализации случайного графа ставится в соответствие значение максимального потока. Затем вычисляются вероятности возможных значений максимального потока, соответствующие вариантам реализации случайного графа (*шаг 3*), и формируются интервальные оценки значений пропускной способности ТС, образом которой является граф $G(N, K)$ (*шаг 4*). С этой целью среди всех вариантов значений максимального потока определяются минимальное и максимальное, после чего полученный интервал изменения пропускной способности системы разбивается на n интервалов, каждый из которых характеризует j -й уровень пропускной способности, определяющий вероятностное состояние системы. Далее идет заключительный *шаг 5*, при котором вычисляются вероятности состояний пропускной способности, соответствующие интервалам пропускной способности. Таким образом, результатом оценки вероятностных значений состояний ТС является два вектора, а именно *вектор интервальных значений пропускной способности* и *вектор вероятностей*, характеризующий эти интервальные оценки пропускной способности.

Описанные выше методы легли в основу создания программного комплекса, оптимизирующего организацию ТС с учетом случайных параметров их функционирования за счет решения типовых задач моделирования путем эксплуатации набора параметризованных имитационных моделей [2].

С целью вероятностного моделирования схема организации ТС преобразуется в граф с выделением элементов графовых моделей. В программном комплексе разработан графический интерфейс для отображения рассматриваемого графа, редактирования графа напрямую или с помощью его матрицы смежности, реализованы детерминированный и вероятностный подходы. При использовании вероятностного подхода происходит генерация всех возможных матриц смежности n^m , где n – количество состояний, m – число связей между вершинами, для каждой комбинации программа находит максимальный поток/кратчайший путь, строит вектор вероятностей и графически выделяет оптимальный путь/поток.

Примером может служить матрица смежности графа с двумя возможными состояниями. В графе имеются ребра, соединяющие вершины. Для создания всех возможных комбинаций используется число из системы счисления, равной числу возможных состояний. В примере у ребер может быть два состояния 0101110011, значение 0 – ребро в первом состоянии, 1 – во втором.

После обработки полученной матрицы смежности к двоичному числу добавляется единица и генерируется новая матрица смежности. Таким образом, перебираются все возможные варианты матриц. Матрицы обрабатываются с использованием алгоритмов Форда-Фалкерсона и Дейкстры соответственно для поиска кратчайшего пути и максимального потока.

Рассмотрим типовой вариант организации транспортной системы, который представлен слева на рис. 1. Схема представляет собой упрощенные варианты организации транспортной системы и включает соединенные графические примитивы, обозначающие типовые элементы (дороги, перекрестки) исследуемых объектов, имеющие вероятностные параметры.

С целью вероятностно-алгебраического моделирования схема была преобразована в граф (рис. 1), с выделением элементов графовых моделей.

Рассматривались два варианта исходных состояний, характеризующих пропускную способность элементов транспортной системы. Для вероятностного метода необходима генерация всех возможных матриц смежности n^m , где n – количество состояний, m – число связей между ребрами, для каждой комбинации нужно найти максимальный поток/кратчайший путь, построить вектор вероятностей. В примере задана матрица смежности графа 7×7 с двумя возможными состояниями (рис. 2, а).

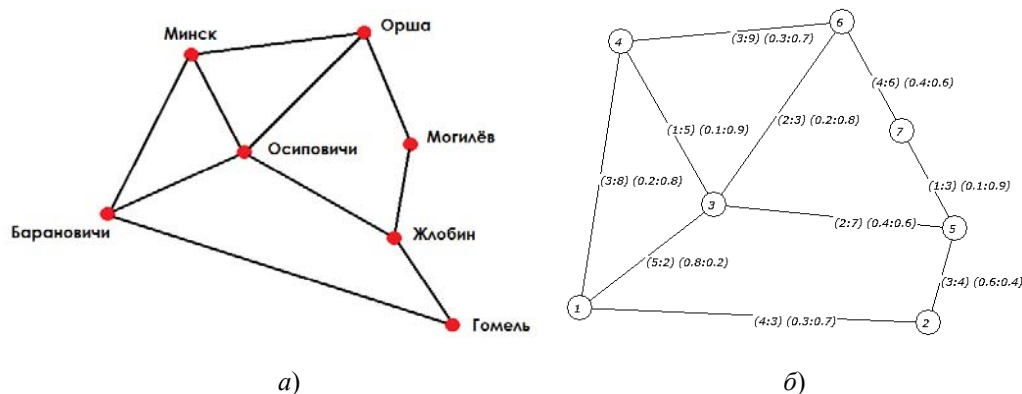


Рис. 1. Схема и граф модели фрагмента транспортной системы

(0:0), (4:3), (5:2), (3:8), (0:0), (0:0), (0:0)
 (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (3:4), (0:0), (0:0)
 (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (2:7), (2:3), (0:0)
 (0:0), (0:0), (1:5), (0:0), (0:0), (3:9), (0:0)
 (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (1:3)
 (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (4:6)
 (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0), (0:0)

	A	B	C	D
1	Min path	Path	Probability	Count
2	10	1-2-5-7	0.3445433856	114
3	9	1-2-5-7	0.3362400000	128
4	7	1-3-5-7	0.0720000000	128
5	11	1-2-5-7	0.0464652288	21
6	8	1-2-5-7	0.0415840000	160
7	7	1-2-5-7	0.0386400000	96
8	9	1-3-6-7	0.0350208000	40
9	10	1-3-5-7	0.0331223040	22

а)

б)

Рис. 2. Матрица смежности и вероятностные характеристики ТС

В результате расчета были получены вероятностные оценки, характеризующие найденные варианты кратчайшего пути/максимального потока транспортной системы (рис. 2, б), что является основой для выявления зависимости скорости выполнения от числа ребер, соединяющих вершины графа (см. таблицу).

Результаты тестов

№	Число вершин	Число ребер	Состояния	Количество матриц	Время выполнения, с
1	11	14	2	16384	0,56
2	11	15	2	32768	1,82
3	11	16	2	65536	2,45
4	11	17	2	131072	5,31
5	11	20	2	1048576	48,05
6	11	14	3	4782969	158,28
7	11	14	4	268435456	10508,76

Практическое применение программного комплекса заключается в возможности прогноза вероятностных оценок интервальных значений пропускной способности структурно-сложных ТС с учетом со временем изменяющихся вероятностных значений пропускной способности их участков.

Литература

1. Моделирование и анализ транспортных сетей с учетом случайных параметров их функционирования / Е. И. Сукач [и др.] // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2010. – № 5 (62). – С. 21–25.
2. Гетиков, Д. В. Моделирование вероятностных характеристик надежности потоковых систем // Д. В. Гетиков, Е. С. Абрамов, Д. В. Деревянко // Сборник материалов научной конференции «Молодежь в науке – 2015», Пинск, нояб. 2015 г.

ОБРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М. А. Гундина, А. Н. Чешкин, И. В. Прихач

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Приведем специфику алгоритмов обработки снимков поверхностей промышленных объектов, которые могут использоваться при конструировании промышленных приборов для выделения областей интереса, оценки качества обрабатываемого изображения, выделения контуров на снимке и др.

Рассмотрим особенности алгоритма метода сбалансированного порогового отсечения гистограммы, а также алгоритма Оцу при предобработке изображения в условиях промышленного производства, а также последующую его статистическую оценку.

Первый подход основан на следующем: «взвешиваются» две разные доли гистограммы. Если одна «перевешивает», то из этой части гистограммы удаляется крайний столбик и процедура повторяется.

Процедура завершается, когда в гистограмме остается только один столбик и соответствующее ему значение интенсивности выбирается в качестве порогового значения.

Пусть I_l – крайнее (левое) значение интенсивности; I_r – последнее правое значение. На первом шаге взвешиваются части от I_l до середины диапазона интенсивности и от середины до I_r . Весом левой части гистограммы будем считать число

$W_i = \sum_{i=I_l}^{I_r-I_l} f_i$, где f_i – количество пикселей заданной яркости в этом диапазоне. Ана-

логично вводится вес правой части.

Схематично алгоритм можно представить в виде последовательности следующих действий: считается середина разбиения

$$I_m = \frac{I_l + I_r}{2}.$$

Находится вес правой $W_i = \sum_{i=I_l}^{I_m} f_i$ и левой части $W_i = \sum_{i=I_m}^{I_r} f_i$ [1].

Если вес правой части превышает, то удаляется крайний, противоположный середине, столбец гистограммы. Затем опять находится середина полученной гисто-

граммы и действия повторяются. В итоге остается одно значение, которое и принимают в качестве порогового (рис. 1).

Второй подход (метод Оцу) [2], в отличие от бинаризации с верхним или нижним порогом, позволяет найти порог, используя оценку дисперсии изображения.

Пусть t – некоторое значение, которое будет использоваться в качестве порогового. Тогда дисперсией класса считается величина $D = \sum_{i=1}^L (z_i - m)^2 p(z_i)$, где z_i – текущее значение интенсивности цвета пиксела; $p(z_i)$ – частота уровня интенсивности, $m = \sum_i z_i p(z_i)$ – математическое ожидание класса.

Для определения дисперсии необходимо следовать следующему алгоритму [9]: вычисляется гистограмма изображения, а также значения $\frac{n_i}{n}$ – частоты каждого уровня интенсивности изображения, вычисляется значение весов $w_1(0)$, $w_2(0)$,

$$\mu_1(0), \quad \mu_2(0), \quad \text{где} \quad w_1(t) = \frac{\sum_{i=0}^t p(i)}{\sum_{i=0}^{\max G} p(i)} = N(t) = \frac{n_t}{n}, \quad w_2(t) = 1 - w_1(t), \quad \mu_1(t) = \frac{\sum_{i=0}^t i \cdot p(i)}{w_1(t)},$$

$$\mu_2(t) = 1 - \mu_1(t).$$

Затем для каждого значения столбца гистограммы I, II обновляются значения w_1, w_2, μ_1, μ_2 , вычисляется максимальное значение оценки качества разделения изображения на две части $\sigma_b^2(t) = w_1(t)w_2(t) \cdot (\mu_1(t) - \mu_2(t))^2$ – межклассовая дисперсия.

Если σ_b^2 больше, чем на предыдущем шаге алгоритма, то оно сохраняется как σ_b^2 и соответственно новое значение порога.

Результатом будет то значение t , при котором $\sigma_b^2(t)$ будет наибольшим.

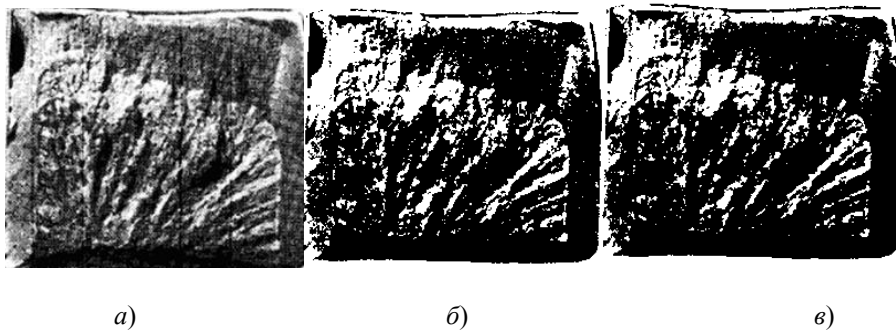


Рис. 1. Снимок болта, подверженного замедленному хрупкому разрушению:
 а – исходное изображение; б – изображение, полученное с помощью бинаризации Оцу; в – изображение, полученное с помощью алгоритма сбалансированного порогового отсечения гистограммы

На рис. 1, б представлено изображение, полученное методом Оцу в системе Mathematica. На рис. 1, в представлено изображение, полученное пороговой бинаризацией с порогом, найденным описанным алгоритмом.

Рассмотрим результат применения данных подходов для снимка микроструктуры поверхности металла (рис. 2). Снимки получены с помощью микроскопа МИКРО200-01 [3].

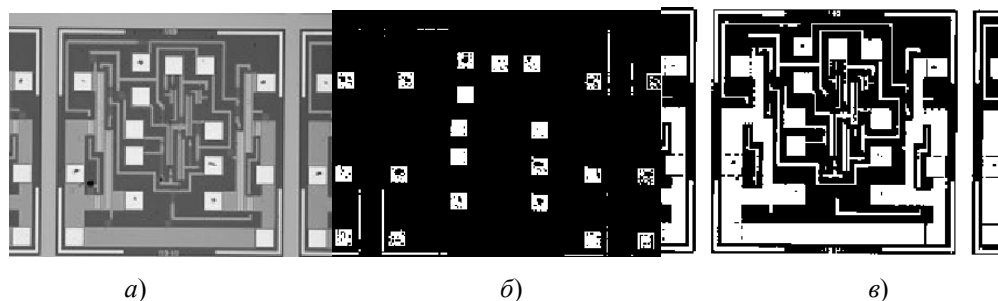


Рис. 2. Снимок кристаллов на полупроводниковой пластине:
a – исходное изображение; *б* – изображение, полученное с помощью бинаризации Оцу; *в* – изображение, полученное с помощью алгоритма сбалансированного порогового отсечения гистограммы

Как видно из рис. 2, применение пороговой бинаризации позволило получить контрастное изображение, используя которое можно приступить к определению контуров объектов, присутствующих на изображении (рис. 2, *б*). Изображение с порогом, полученным методом взвешенных гистограмм, позволит выделить контактные площадки на изображении. А изображение с порогом, полученным по методу Оцу, позволяет сохранить больше деталей на изображении. Выбор метода осуществляется из потребностей поставленной задачи.

Для определения наибольшего сходства в контрасте между изображениями можно использовать коэффициент $K = \left(\frac{2\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2} \right)$, где X, Y – исходное и обработанное изображения, а σ_X^2, σ_Y^2 – значение дисперсии изображений.

Известно, что коэффициент принимает значения в диапазоне от нуля до единицы, таким образом, чем ближе значения коэффициента к единице, тем слабее разница контрастности между двумя сравниваемыми изображениями. Для исходного и бинаризованных первым и вторым подходом изображений посчитан коэффициент K . Оказалось, что значение коэффициента соответствует порогу, полученному методом Оцу, принимает наибольшее значение. Таким образом, определение порога по методу Оцу позволяет подобрать бинаризованное изображение, которое из всех пороговых значений наилучшим образом сохраняет контуры.

Литература

1. Anjos, A. Bi-Level Image Thresholding – A Fast Method / A. Anjos, H. Shahbazkia // BIOSIGNALS. – 2008. – Vol. 2. – P. 70–76.
2. Logunova, O. S. Integrated system structure of intelligent management support of multistage metallurgical processes / O. S. Logunova, I. I. Matsko, I. A. Posochov // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. – 2013. – № 5. – P. 50–55.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – С. 200–321.

и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.

Для отображения информации используется LCD-дисплей. Так как в выбранном нами LCD1602 нет ряда символов, то пришлось дополнительно загружать его в знакогенератор индикатора. Для подключения микроконтроллера к ЖКИ используется схема с четырьмя проводами данных для экономии выводов микроконтроллера. ЖКИ имеет восемь информационных линий: DB7...DB0 и три управляющих: RS, RW, E.

Так как метеостанция рассчитана на закрытые помещения, то выбираем следующие условия: предел измерения температур, не менее диапазона – от плюс 5 °C до плюс 50 °C; предел измерения влажности, не менее диапазона – от 20 до 80 %; погрешности измерения влажности и температуры не грубее: ± 2 °C – для температуры; ± 5 % – для влажности. Этих данных нам достаточно для выбора датчика температуры и влажности. Условия для выбора не являются сильно строгими, поэтому нам следует выбрать простой, дешевый, известный, но вместе с тем и надежный датчик. Таким является датчик влажности и температуры DHT11.

Связь датчика с микроконтроллером осуществляется по интерфейсу I²C. При подключении датчика к микроконтроллеру нужно использовать подтягивающий резистор между «сигнальным» и «питающим» выводами. В нашем случае, в соответствии с рядом E12, используем резистор R1 с сопротивлением 10 кОм.

BMP085 – датчик абсолютного атмосферного давления. Область применения: измерение давления для барометров, метеостанций и приборов, перемещающихся в атмосфере. BMP085 привлекателен не только значительно более высокими характеристиками и меньшей стоимостью, но и завидной стабильностью характеристик.

Часы реального времени с последовательным интерфейсом DS1307 – это малопотребляющие полные двоично-десятичные часы-календарь, включающие 56 байтов энергонезависимой статической ОЗУ. Адреса и данные передаются последовательно по двухпроводной двунаправленной шине. Часы-календарь отсчитывают секунды, минуты, часы, день, дату, месяц и год. Последняя дата месяца автоматически корректируется для месяцев с количеством дней меньше 31, включая коррекцию високосного года. Часы работают как в 24-часовом, так и в 12-часовом режимах с индикатором AM/PM. DS1307 имеет встроенную схему наблюдения за питанием, которая обнаруживает перебои питания и автоматически переключается на питание от батареи.

Структурная схема представлена на рис. 2. В начале работы устройства, после включения питания, производится инициализация микроконтроллера. Далее происходит настройка портов ввода-вывода, установка режимов линии портов: настраиваются простейшие периферийные устройства, с помощью которых микроконтроллер получает цифровые данные и управляет другими устройствами.

Начинается инициализация ЖКИ. Далее идет опрос датчика влажности и температуры: считываются с датчика микроконтроллером показания влажности и температуры воздуха. Сначала в регистр общего назначения h21 записываются данные о температуре, затем в регистр общего назначения h22 записываются данные о влажности. После обработки данных микроконтроллером идет отображение данных на ЖКИ в адаптированном для пользователя виде. Показания температуры выводятся из регистра в первую строку ЖКИ, а показания влажности во вторую. После небольшой задержки опрос датчика происходит заново и цикл возобновляется до тех пор, пока на устройство подается питание.

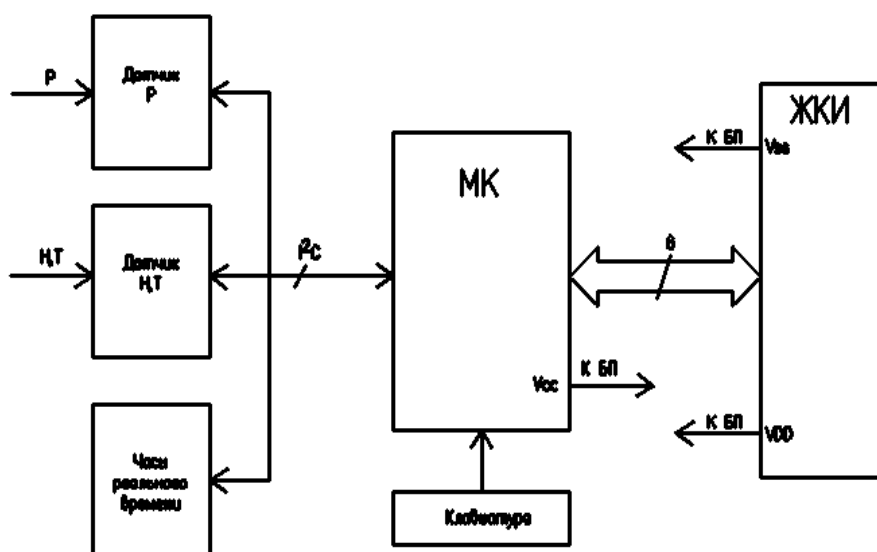


Рис. 2. Структурная схема устройства

При написании программы инициализации ЖКИ дисплея, записи команд и вывода символов на индикатор, лучше пользоваться созданными для этой цели макросами. После директив замены текста идут макросы – маленькие программки, к которым можно обращаться из основной программы сколько угодно и когда угодно. Первый макрос – `impuls_E` – обеспечивает на линии E, линии стробирования и синхронизации получение стробирующего импульса. Следующий макрос `Load_Znak` позволяет нам загрузить код символа в регистр DR для вывода его на индикатор и т. д.

Метеостанция позволяет сохранять до 3000 погодных записей, а именно данных о температуре окружающей среды, атмосферном давлении и относительной влажности воздуха (без подключения компьютеру). Интервал сохранения памяти: 5 минут – 24 часа (по умолчанию 1 час). Данная функция метеостанции позволяет отслеживать тенденцию глобального потепления по интенсивности изменения температур.

В основе статьи лежит подробное описание реализации устройства на электро-техническом и программном уровнях, разработка схем подключения и взаимодействия внешних устройств с микроконтроллером, а также написание программы для реализации портативной многофункциональной метеостанции.

ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ МАТРИЦ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА СИ С ПРИМЕНЕНИЕМ MPI

П. В. Гончаров

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

Научный руководитель А. В. Цитринов

Введение. Ускорение времени работы алгоритмов, работающих с большим объемом данных, – это важнейшая задача для программирования и современного мира в целом. Решив данную задачу, можно многократно повысить производительность и уменьшить время вычислений.

Вычисление определителя – одна из самых распространенных задач линейной алгебры. Данная задача имеет широкий спектр применения в таких проблемах, как вычисление обратной матрицы, определение ранга матрицы в ходе решения СЛАУ (метод Крамера), а также для подсчета векторных произведений.

Прямые методы вычисления определителя могут быть основаны непосредственно на его определении, как суммы по перестановкам, или на разложении Лапласа по определителям меньшего порядка. Однако такие методы очень неэффективны, так как требуют $O(n!)$ операций для вычисления определителя n -го порядка. Один из более быстрых методов заключается в простой модификации метода Гаусса. Следуя методу Гаусса, произвольную матрицу A можно привести к треугольному виду, используя лишь две следующие операции над матрицей – перестановку двух строк и добавление к одной из строк матрицы другой строки, умноженной на произвольное число. Сложность этого метода, как и метода Гаусса, составляет $O(n^3)$ [1].

Все, что связано с большими компьютерами и большими задачами, сопровождается характерным словом «параллельный». В широкое употребление этот термин вошел после осознания того факта, что созданные компьютеры не в состоянии решить за приемлемое время многие задачи. Но если один компьютер не справляется, то попробуем взять два, три, десять и заставим их работать одновременно над разными частями задачи, для ускорения расчетов [2]. Наиболее распространенной технологией программирования для параллельных вычислений с распределенной памятью в настоящее время является технология *MPI* (от англ. *Message Passing Interface*) [3].

Описание метода и технологий. Для приведения матрицы к треугольному виду воспользуемся некоторыми свойствами определителя: определитель матрицы не изменится, если к какой-то его строке (столбцу) прибавить другую строку (столбец), умноженную на некоторое число; если поменять местами две строки (столбца) матрицы, то определитель матрицы поменяет знак. Таким образом, суть метода заключается в последовательном исключении элементов. Для начала нужно найти в первой строке ведущий элемент и разделить единицу на ведущий элемент – это нужно, чтобы потом многократно не выполнять «дорогостоящую» операцию деления. После того как рассчитан «разрешающий» элемент, нужно пройтись по всем строкам $i + 1$ и всем столбцам, отнимая от каждого элемента произведение:

$$A[k, j] = A[k, j] - A[i, j] \cdot divideEl \cdot A[k, i],$$

где A – это исходная матрица; i, j, k – номера соответствующих строк и столбцов ($k = i + 1$), а $divideEl$ – это разрешающий элемент, который мы нашли по формуле

$$divideEl = \frac{1,0}{A[i, i]}.$$

После того как исходная матрица приняла ступенчатый вид, определитель матрицы будет равен произведению элементов, стоящих на главной диагонали. В случае если элемент на главной диагонали равен 0, то следует поменять строки или столбцы, изменив при этом знак определителя. Такой же подход применим в случае метода Гаусса с поиском ведущего элемента, когда ищется наибольший по модулю элемент и меняется с элементом главной диагонали. Это необходимо для того, чтобы снизить погрешности вычислений при округлениях.

Основным способом взаимодействия параллельных процессов в распределенных системах является передача сообщений друг другу. Это и отражено в названии технологии – *MessagePassingInterface* (интерфейс передачи сообщений). Интерфейс *MPI* поддерживает создание параллельных программ в стиле *MMID* (*MultipleInstructionMultipleData*), что подразумевает объединение процессов с различными исходными текстами. Однако разрабатывать и отлаживать такие программы очень сложно, поэтому на практике программисты чаще используют *SPMD*-модель (*SingleProgramMultipleData*) параллельного программирования, в рамках которой для всех параллельных процессов используется один и тот же программный код [3]. Далее в представленной работе использована *SMPD*-модель.

Сравнительные данные по результатам измерений. Для тестирования программы распределенных вычислений была использована аппаратная платформа на базе двухъядерного процессора *IntelCorei3-4500U* и тактовой частотой 1,70 ГГц. Для оптимизации количества процессов, при котором эффективность работы приложения будет максимальной, проведено тестирование и измерение скорости выполнения программы в зависимости от количества процессов. Результаты анализа представлены на рис. 1.

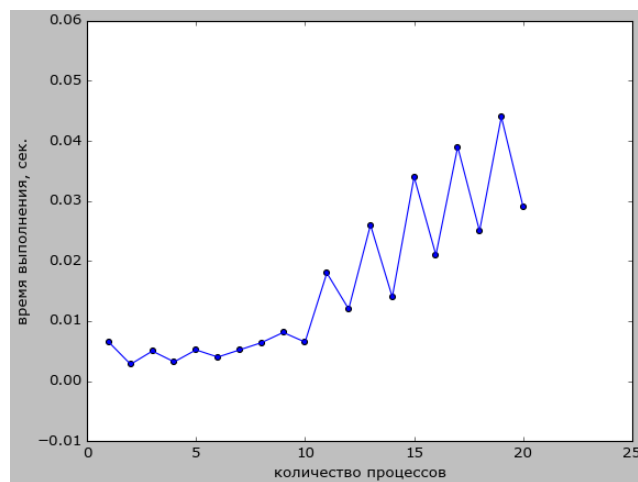


Рис. 1. Зависимость времени выполнения программы от количества процессов (размерность матрицы равна 100)

Как видно из рис. 1, при двух процессах достигнута максимальная эффективность выполнения. Также можно заметить, что на графике присутствуют «скачки» – это можно объяснить тем, что так как количество ядер процессора имеет четное число, то программа будет работать быстрее для четного количества процессов. Причем при увеличении числа процессов до 6 и выше скорость выполнения приложения заметно падает.

После того как эмпирическим путем было выбрано оптимальное число процессов для организации параллельных вычислений, приступим к сравнению скорости работы программного комплекса на разных платформах в однопоточном режиме, а также с использованием технологии *MPI*. Измерение времени работы программы для нераспределенных программ на Си и С#, а также программы с использованием технологии *MPI* представлено в виде графика на рис. 2.

На рис. 2 отлично видно, что реализация алгоритма на языке С# работает примерно в 4 раза медленнее, чем однопоточный вариант на языке Си. В свою очередь, используя многопоточный вариант программы с применением технологии *MPI*, мож-

но повысить производительность в 2 раза. Однако это утверждение верно только для матриц, размерность которых больше 40. Для матриц меньшей размерности применение технологий параллельных вычислений практически не имеет смысла, а для матриц малых размерностей (5×5) наоборот проигрывает в скорости однопоточной реализации, за счет слишком больших расходов на создание нескольких потоков.

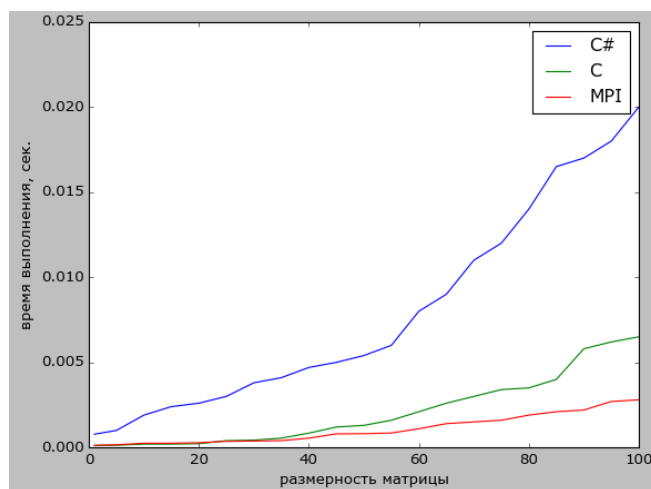


Рис. 2. Сравнение времени работы программы на разных платформах

Заключение. В современном мире с каждым днем данных становится все больше и вычисления занимают все больше времени. Применение технологий распределенных вычислений позволяет достичь максимальной эффективности в работе и задействует наибольшее количество ресурсов процессора, для ускорения выполнения программы. В ходе данного исследования было разработано три программы на разных платформах в однопоточном варианте и многопоточный вариант на языке Си; проведен сравнительный анализ скорости выполнения программного комплекса в зависимости от языка программирования и количества потоков. Многопоточное (2 потока) приложение на языке Си работает быстрее других вариантов, при условии, что размерность матрицы больше 40.

Литература

1. Ильин, В. А. Линейная алгебра / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука – Физматлит, 1999.
2. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб., 2002.
3. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учеб. пособие / А. С. Антонов. – М. : Изд-во МГУ, 2004.

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА

Ю. В. Жердецкий, И. И. Франков

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», Беларусь

Научный руководитель Е. И. Сукач

Актуальность оценки надежности и безопасности технологических процессов производства (ТПП) и разработка путей их совершенствования обусловлена ростом масштабов работ по компьютеризации технологического производства с потенциально опасными объектами, комплексной автоматизации производства и интегриро-

ванному управлению функционированием как сетью технологических процессов, так и отдельным предприятием и целой отраслью народного хозяйства.

В статье приводится один из подходов к решению задачи оценки эффективности резервирования ТПП, включающими элементы потенциальной опасности, с использованием компьютерного моделирования и приводятся результаты тестирования программного обеспечения, автоматизирующего процесс решения этой задачи.

ТПП представляется в виде графа согласно схеме технологического цикла. Предполагается, что элементами ТПП являются технологические операции (ТХО), при выполнении которых могут происходить отказы и опасны отказы.

Для демонстрации решения поставленной задачи использовалась параметризованная модель ТПП (рис. 1), построенная с использованием программно-технологического комплекса автоматизации проектного моделирования систем управления технологическими процессами производства с элементами потенциальной опасности «ControlSyst» [1].

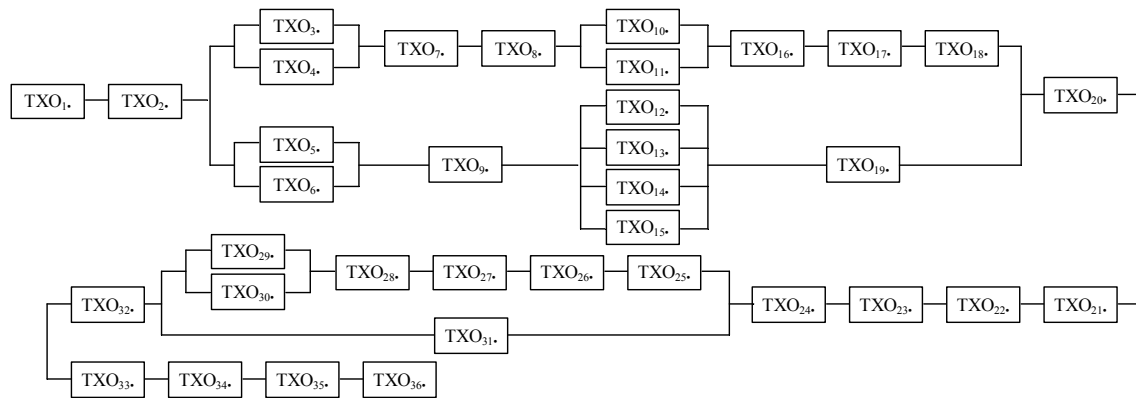


Рис. 1. Структура подсистемы технологических процессов с выделением отдельных ТХО в ее составе

Характеристиками надежности элементов при оценке надежности организации ТПП служили вероятности отказов, возникающие в ходе выполнения ТХО. Рассматривались три состояния: S_1 – надежное выполнение операции; S_2 – отказы при выполнении ТХО; S_3 – опасные отказы при выполнении ТХО. Первые элементы p_0^i векторов:

$$P^i = (p_0^i, p_1^i, \dots, p_n^i), \sum_{j=0}^n p_j^i = 1, i = \overline{1, m} \quad (1)$$

определяли вероятность безотказного выполнения i -й ТХО, вторые p_1^i указывали на вероятности отказов при выполнении ТХО, не влияющие на надежность выполнения последующих ТХО; третьи составляющие вектора (1) p_2^i задавали вероятность опасного отказа, возникающего при выполнении ТХО.

Ввиду того что модель служила лишь примером, позволяющим продемонстрировать решение типовой задачи, исходные данные (значения векторов (1)) были выбраны произвольным образом.

Ставилась задача проведения серии модельных экспериментов с резервированием участков ТПП, представленных в виде $ТХО = \{ТХО_i\}, i = \overline{1, 36}$. Планировалось

обновление параметров выполнения ТХО при достижении предельных значений векторов вероятностей, описывающих состояния надежности их реализации в процессе реализации технологических производственных циклов [2]. Критической отметкой считался вектор $(0,999; 0,0007; 0,0003)$, где предельным значением состояния S_1 являлось значение вероятности $0,999$, $S_2 - 0,0007$ и $S_3 - 0,0003$. Замещающий элемент ТПП в модели потенциального объекта имел параметры $(1; 0; 0)$, при котором вероятность безопасных и опасных отказов равна 0.

При проведении модельных экспериментов рассматривались различные схемы резервирования участка ТХО₃₆, который при предварительном исследовании надежности системы был отнесен ко множеству участков, надежность которых существенным образом сказывалась на надежности исследуемого объекта.

В первом модельном эксперименте предполагалось, что ТПП реализуется в обычном режиме. Во втором модельном эксперименте выбранный участок резервировался путем введения дополнительной ТХО с такими же характеристиками при параллельном их соединении. Третий модельный эксперимент был идентичен второму, но с добавлением еще одного элемента в модель, описывающего выполнение указанной ТХО. В четвертом эксперименте для резервирования участка рассматривалась одна из схем мажоритарной логики (2 из 3).

В результате проведения серии модельных экспериментов были получены значения результирующих векторов вероятностей состояний, характеризующих надежное выполнение ТПП (рис. 2, 3).

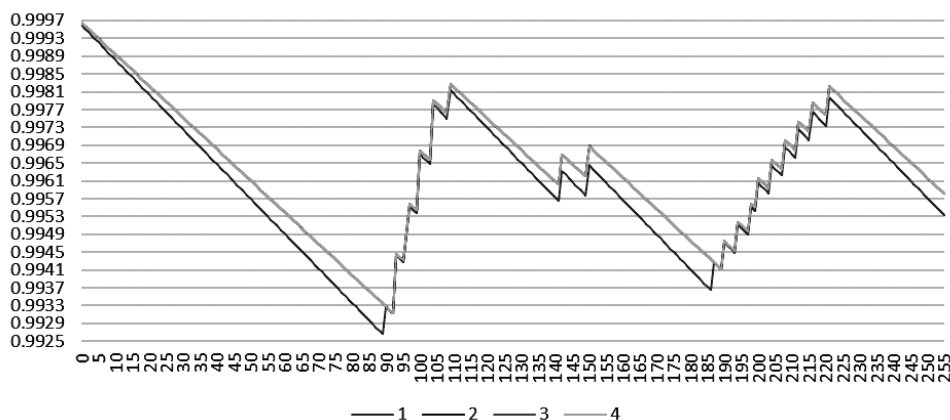


Рис. 2. Зависимость изменения вероятностей состояний надежности (S_1) ТПП для различных схем резервирования участка ТХО₃₆

При рассмотрении динамики реализации технологических циклов производственной системы с опасными элементами, одним из которых является ТХО₃₆, наблюдается поступательное снижение вероятностей надежного функционирования ТПП. Резервирование одного из участков ТПП приводит к росту вероятности его надежного функционирования. Как видно из рис. 2, вероятность надежного выполнения ТПП (S_1) без резервирования несколько ниже, чем при использовании резервирования. Так минимальная надежность реализации ТПП в первом эксперименте находится ниже отметки $0,9929$, а в экспериментах с использованием резервирования не опускается ниже $0,9929$. В целом резервирование с использованием двух, трех или двух из трех, как видно из графика, не слишком отличаются друг от друга. Наибольший эффект от резервирования наблюдается при использовании третьей схемы резервирования.

На рис. 3 представлена зависимость изменений вероятностей опасных отказов (состояние S_3) в процессе реализации ТПП.

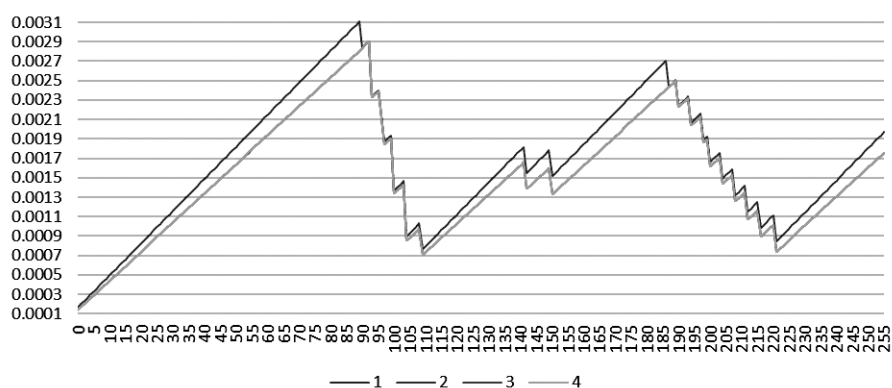


Рис. 3. Зависимость изменения вероятностей состояний надежности (S_3) ТПП для различных схем резервирования участка ТХО₃₆

Как видно из графика 3, значения вероятностей опасных отказов (S_3) в ходе реализации ТПП подсистемы зигзагообразно изменяются во времени. Снижение вероятностей отказа ($t = 90, \dots, 110; 185, \dots, 220$) наблюдается в результате обновления параметров выполнения ТХО, значения вероятностей которых достигли предельных значений. Эксперименты с различными схемами резервирования участка ТХО₃₆ показали эффективность их применения для увеличения надежности реализации ТПП в целом и исключения возможности возникновения аварии.

Литература

1. Сукач, Е. И. Вероятностно-алгебраическое моделирование систем управления технологическими процессами производства с элементами потенциальной опасности / Е. И. Сукач, Ю. В. Жердецкий // Математичні машини і системи. – 2015. – № 3. – С. 213–219.
2. Жердецкий, Ю. В. Адаптивное управление объектами с потенциально опасными элементами с использованием компьютерного моделирования / Ю. В. Жердецкий // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 23–24 апр. 2015 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – С. 455–458.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРИЗИРОВАННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

Т. С. Левцова

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

Научный руководитель Н. Н. Масалитина

Существуют различные варианты применения компьютерного моделирования в медицине. Одним из важнейших факторов, повлиявших на это, является то, что компьютерное моделирование позволяет избежать проведения экспериментов на людях.

Для медицины разработано множество компьютерных программ, использующих изображения анатомии человека, внутренних органов и различных костей. Компьютерные модели обычно двухмерные, но в последнее время возросли разработки трехмерного моделирования. Первым, революционным в свое время экспериментом в этом направлении стал американский проект «VisibleHumanProject», который был начат в 1993 г. в Университете Колорадо и включал данные компьютерной томографии (КТ), ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), а также анатомические изображения тела мужчины и женщины. В дальнейшем с успехом был начат: проект «ChineseVisibleHuman»(2002 г.), который представил изображения срезов, полученных с КТ и ЯМР, а также анатомических срезов без единого пропуска и с реалистичной передачей цвета, адекватного цвету органов живого человека [1].

Данные разработки имеют широкий круг возможностей, но они не доступны для использования в Республике Беларусь, так как имеют высокую стоимость. В странах СНГ уровень развития компьютерного моделирования невысок.

Ряд исследователей в Российской Федерации и Украине выполняют исследования, которые позволяют по стандартным проекциям рентгенограмм рассчитывать и анализировать изображенную на дисплее пространственную модель деформации различных отделов скелета человека. Однако получаемые в результате геометрические модели являются очень упрощенными и не позволяют учитывать изменения размера моделируемого объекта [2].

Поэтому актуальной является проблема разработки программного средства автоматизации построения параметризированной геометрической модели поясничного отдела позвоночника человека.

С целью решения поставленной задачи разработана автоматизированная система следующей структуры:

- модуль предварительной обработки изображений;
- модуль визуализации геометрической модели;
- модуль измерения параметров изображений позвонков и межпозвоночных дисков;
- модуль управления параметрами геометрической модели.

Автоматизированная система реализована средствами языка C# на платформе Microsoft Visual Studio 2015.

Геометрическая модель поясничного отдела позвоночника человека строится на основе математической модели, включающей следующие основные параметры: диаметр и длина тела позвонка, диаметр парных поперечных суставных отростков, диаметр и длина парных суставных отростков, диаметр непарного остистого отростка, а также длину всего позвонка. Также измеряется высота позвонков и межпозвоночных дисков.

Измерение перечисленных параметров математической модели выполняется на основе данных, полученных в результате обработки снимком срезов отдельных позвонков человека (компьютерной томографии).

Так как позвоночный столб имеет сложную структуру и описание всех его параметров приводит к излишнему загромождению изображения и потере наглядности, то в процессе моделирования были сделаны упрощения некоторых элементов. Тело позвонка задается в форме цилиндра, межпозвоночный диск рассматривается как сплошной упругий элемент, суставные хрящи рассматриваются как упругие конусовидные элементы. Данные упрощения позволяют построить 3D-модель в достаточно простой форме для практической реализации, но при этом достаточно приближенную к ее реальному образу для дальнейших оценок нагрузки и численных экспериментов.

Для улучшения качества применяемых томографических снимков применяются пороговые методы обработки изображений. В дальнейшем выявляются границы позвонков с помощью высокочастотного фильтра. Для обнаружения перепадов яркости, характерных для границы объекта, применяется оператор Лапласа [3].

Информация о форме отдельных позвонков и межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника человека хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. Для этого используем файл формата STL.

В результате полученная геометрическая модель является переносимой на различные среды дальнейшей обработки, допускает визуализацию с помощью различных технических средств (медицинское оборудование, 3D принтеры) и позволяет учитывать зависимость нагрузки на поясничный отдел позвоночника от соотношения его физических размеров.

Л и т е р а т у р а

1. Ворошук, Р. С. Ukrainianvisiblehumanproject / Р. С. Ворошук, М. П. Бурых // Бюл. Волгоград. науч. центра РАМН. – 2006. – № 2. – С. 14–15.
2. Исследование напряженно-деформированного состояния конечно-элементной модели фрагмента позвоночного столба при сочетанном использовании траспедикулярных имплантов и вертебропластики / Л. А. Бублик [и др.] // Нейрохирургия и неврология Казахстана. – 2013. – № 3. – С. 3–7.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА БЕНФОРДА

О. Ю. Малюх

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

Научный руководитель М. В. Задорожнюк

Рассмотрим первые цифры степеней двойки от одного до бесконечности (1, 2, 4, 8, 16...), последовательности Фибоначчи, количества подписчиков в Твиттере, расстояний от Земли до звезд. На первый взгляд логично предположить, что вероятность встретить каждую цифру равна $1/9$.

Однако в 1881 г. Саймон Ньюкомб обратил внимание на то, что в книгах, содержащих логарифмические таблицы, гораздо сильнее истерты те страницы, которые содержат логарифмы чисел, начинающихся с единицы, а страницы с числами, начинающимися на 9 – практически новые. Заметив это несоответствие, он предположил, что разброс цифр на самом деле соответствует логарифмическому распределению: единица встречается примерно в 30 % случаев, 2 – в 18 % и так далее, до 9 – в 5 % случаев [1].

Через полвека позднее физик Френк Бенфорд проанализировал двадцать таблиц, которые содержали строгие математические данные, данные о физических постоянных, таких как удельная теплоемкость и молекулярный вес тысяч химических соединений. Оперировав более чем двадцатью тысячами чисел, он подтвердил открытый Ньюкомбом закон [2].

Однако этот закон оставался не более чем математическим курьезом до конца XX в., когда математик Марк Нигрини пришел к выводу, что подчиняться закону Бенфорда должны и цифры в налоговых декларациях. Соответственно, несоответствие с законом ука-

зывает на подтасовку данных. В ходе тестирования разработанной им программы для проверки массивов чисел на соответствие закону Бенфорда Нью-Йоркская налоговая полиция разоблачила семерых мошенничающих налогоплательщиков [3].

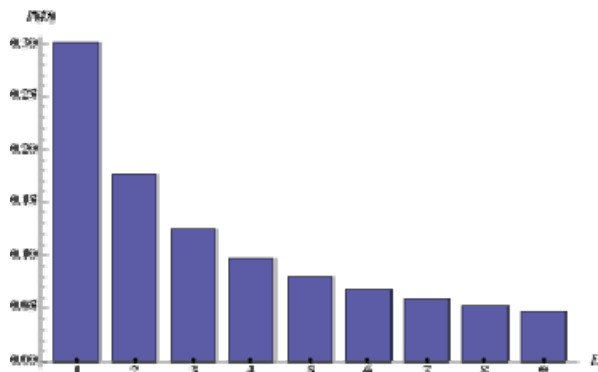


Рис. 1. Распределение Бенфорда

Эмпирическая закономерность, обнаруженная Бенфордом, выглядит следующим образом: вероятность d быть первой значащей цифрой соответствует логарифму по основанию b – системы счисления:

$$P(d) = \log_b \left(1 + \frac{1}{d} \right). \quad (1)$$

Закон Бенфорда успешно применяется для выявления подлогов в бухгалтерской отчетности и фальсификаций на выборах; обсуждаются применения в различных областях – от сейсмологии до стеганографии и текстологии [4].

Для анализа и проверки на соответствие закону Бенфорда были взяты данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в тысячах тонн для 188 районов Беларуси за 15 лет [5]. Исходя из предположения об однородности данных (т. е. о слабых различиях в количестве предприятий по районам и объемах выпускаемой ими продукции), получим нижеприведенные результаты.

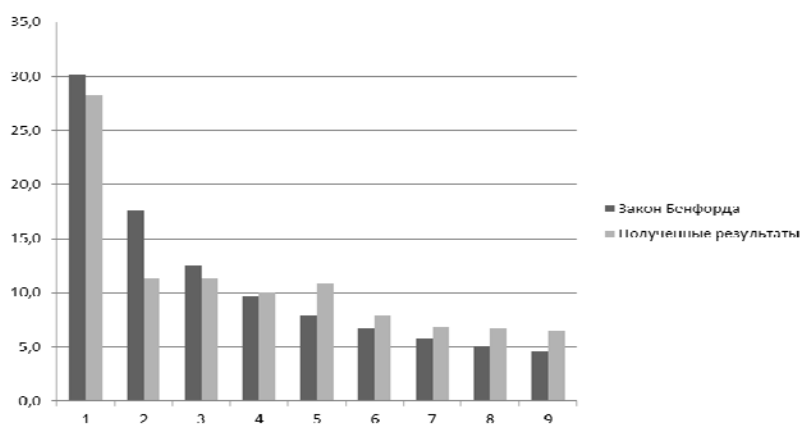


Рис. 2. Распределение первых значащих цифр в статистике выбросов

На гистограмме (рис. 2) наблюдаются отклонения от закона Бенфорда. Вероятно, их наличие объясняется некоторыми ограничениями, вводимыми для предприятий на объем выбросов. При этом отходы производств разделяются нормативной документацией по классам опасности. Так, экологический налог, согласно налоговому кодексу Республики Беларусь, не уплачивается, если фактические объемы загрязняющих веществ от стационарных источников не превышают для веществ: первого класса опасности (чрезвычайно опасные вещества) – 0,001 т в год; второго (вещества высоко опасные) – 0,1 т в год; третьего (умеренно опасные) и веществ, для которых не определены классы опасности, – 0,2 т в год; четвертого (вещества мало опасные) – 0,5 т в год.

Анализ гистограммы позволяет предполагать, что предприятия стремятся не превышать установленные нормы, и это выражается в том, что:

- поскольку 2, как первая значащая цифра, описывает норму выбросов для наиболее распространенного класса умеренно опасных веществ (например, диоксидов серы и азота), она встречается реже, чем предписывает закон Бенфорда;

- 9 и 8 встречаются чаще, поскольку в нормах присутствует 1 и предприятия сознательно снижают количество выбрасываемых веществ.

При этом трудно объяснить, по какой причине 5 встречается чаще, учитывая, что она также присутствует в норме, и доля веществ IV класса опасности (например, оксида углерода) в общем объеме выбросов значительна.

Также представляет интерес сравнения графиков общего объема выбросов и расхождения с законом Бенфорда по годам.

На рис. 3 при этом прослеживается значительный рост суммарных выбросов и одновременное снижение отклонения от закона Бенфорда при практически неизменном индексе промышленного производства.

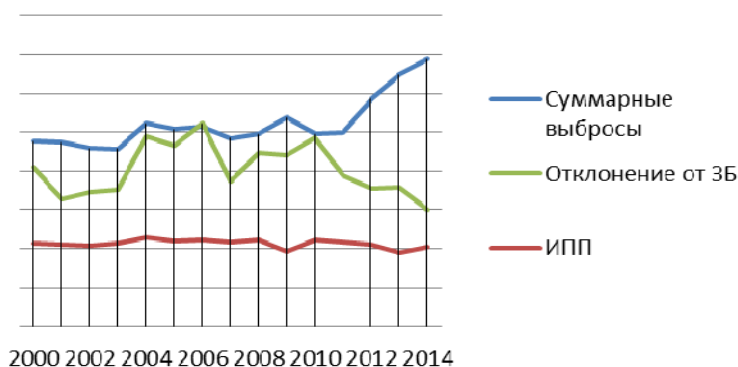


Рис. 3. Сравнение выбросов загрязняющих веществ с отклонением от закона Бенфорда

Индекс промышленного производства характеризует динамику объема промышленного производства, его подъема или спада, и определяется в виде отношения текущего объема производства в денежном выражении (в сопоставимых ценах) к объему промышленного производства в предыдущем или другом базисном году.

Проверка изменений в законодательстве показывает, что в 2009 г. происходил пересмотр методик расчета выбросов, что, однако, не объясняет сохранение тенденции их роста при практически неизменных объемах и составе промышленного производства.

В заключение отметим, что несоответствие распределений в отчетности и распределения по закону Бенфорда, а также отсутствие ожидаемых характерных отклонений от него может использоваться как основание для более детальной проверки представляемых результатов.

Литература

1. Adrien Jamain. Benford's law. Unpublished Dissertation Report, Department of Mathematics, Imperial College, London, 2001.
2. Кувакина, Л. В. Закон Бенфорда: сущность и применение / Л. В. Кувакина, А. Ф. Долгополова // *Соврем. наукоемкие технологии*. – 2013. – № 6. – С. 74–76.
3. Benford, F. The law of anomalous numbers / F. Benford // *Proceedings of American Philosophical Society*. – 1938. – Vol. 78, № 4. – P. 551–572.
4. Зенков, А. В. Закон Бенфорда и атрибуция текстов / А. В. Зенков, М. В. Казанцев // *Устойчивое развитие российских регионов : сб. материалов XII Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 17–18 апр. 2015 г. – Екатеринбург : УрФУ, 2015. – С. 785–792.*
5. *Официальная статистика Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika>, свободный. – Загл. с экрана.*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА «ФОТОН» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ В ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДАХ

И. И. Матюш, Е. Н. Савкова

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В настоящее время перспективным направлением являются методы исследований объектов, основанные на применении систем технического зрения и обработки цифровых изображений. В рамках ГПНИ «Электроника и фотоника 2015» был разработан программный продукт «Фотон», предназначенный для получения количественной информации о фотометрических и колориметрических свойствах объектов на основе обработки их цифровых изображений. Получая на первом этапе информацию об объекте в виде его координат цвета в функциональном пространстве RGB, на втором этапе с использованием данного приложения (путем трансформации полей) на выходе можно получать значение координат цветности в универсальном цветовом пространстве XYZ. Реализация второго этапа по сути сводится к построению условной шкалы на основе аттестованных опорных образцов – первичных или вторичных неточечных излучателей.

Построения, на которых основан принцип работы. Пусть в цветовом пространстве XYZ цвет (объект) представлен точкой с координатами $(x; y; z)$, в которую из начала координат направлен его вектор [1]. Нас интересует направление вдоль оси Oz, так как вдоль нее цветовые векторы располагаются таким образом, что минимум белого цвета приходится на ее начало, а максимум на место, где находится точка E (так называемая точка белого) как показано на рис. 1.

Находить численное значение светлоты будем при помощи градуировочной характеристики, построенной в координатах $(L; N)$, где L – светлота (кд), а N – ось, вдоль которой будут располагаться значения, полученные рас четным путем, % (рис. 4, б). Предварительно известно, что данное пространство разделено на 6 секторов по стандартной цветовой RGB палитре. Считаем, что для каждого из них (секторов) выбрана пара стандартных аттестованных образцов источников света, о которых нам известны значения всех интересующих характеристик, в том числе и

численные значения их светлоты L_1 и L_2 . Выбраны данные образцы таким образом, что при моделировании положения их вектора цвета в цветовом пространстве XYZ для координат их векторов по оси z выполняется неравенство:

$$z_1 < z_n < z_2,$$

где z_1 – координата вектора цвета первого образца по оси Oz ; z_2 – координата вектора цвета второго образца по оси Oz ; z_n – координата любого другого вектора цвета стандартной RGB палитры, принадлежащего тому же сектору пространства XYZ , что и векторы цвета первого и второго стандартных образцов (рис. 4, z).

Считаем, что такие образцы у нас есть.

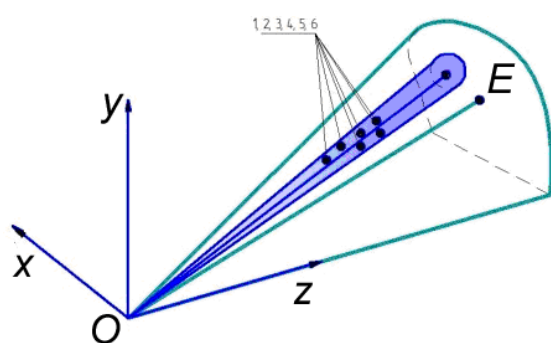


Рис. 1. Реализация одного и того же объекта в пространстве XYZ изображение которого получено несколько раз с разным временем выдержки, 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответственно

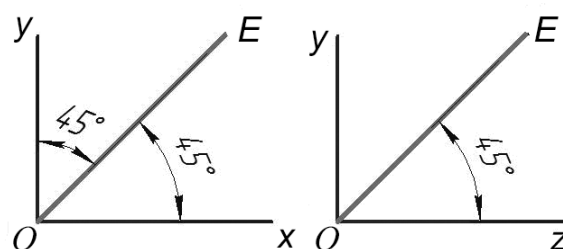


Рис. 2. Расположение вектора OE относительно осей пространства XYZ

Информацию об интересующем нас объекте мы получаем при помощи обработки его цифрового изображения, полученного посредством фото устройства. Отсюда нам известны интересующие нас координаты RGB точек объекта, что позволяет с помощью формул пересчета получить их соответствующие координаты в пространстве XYZ и выполнить построение.

Однако простого построения недостаточно. Один и тот же объект, регистрируемый с разным временем выдержки, может иметь множество реализаций в пространстве, как показано на рис. 1. Ситуация, проиллюстрированная на рис. 1, говорит о том, что регистрировать объект придется вместе со стандартными образцами, чтобы исключить неверное, не соответствующее реальному расположению их векторов (цветовых векторов объекта и двух образцов) в пространстве и, как следствие, неверного нахождения интересующих нас световых характеристик данного объекта.

Учитывая такой своего рода разброс, и то, что цветовые векторы объекта и образцов не находятся на одной прямой, но сонаправлены, чтобы получить значения по оси ON (рис. 4, b), необходимо привязать все три вектора к какому-либо одному вектору, который далее мы трансформируем в ось ON . Очень хорошо для этого подходит вектор OE (рис. 1) направлены из начала координат в точку белого. Нам известны значения координат точки E , принадлежащей данному вектору: $x = 0,333$; $y = 0,333$; $z = 0,333$.

Следовательно угол α , под которым этот вектор направлен по отношению к каждой из осей, равен 45° (рис. 2).

Использовать вектор OE будем следующим образом: спроецируем на него векторы двух имеющихся образцов и полученный в результате предварительной регистрации цифровым устройством и пересчета координат вектор объекта (рис. 3, в и 4, в).

Далее принимаем, что весь вектор OE будет иметь 256 делений. Необходимо найти диапазон значений такой «шкалы», которому принадлежит отрезок на векторе OE , образованный между окончаниями проекций на него векторов двух стандартных образцов. (Для удобства примем обозначения точек проекций векторов на OE такие, как показано на рис. 3, в и 4, в. Величина L искомого отрезка будет равна разности отрезков 02 и 01 . Найдем их длины из треугольников ABC и ADE :

$$L = \frac{BC}{\sin \alpha} - \frac{DK}{\sin \alpha},$$

где $\frac{BC}{\sin \alpha}$ – длина отрезка AC (0 – 2); $\frac{DK}{\sin \alpha}$ – длина отрезка AK (0 – 1).

Численные значения длин отрезков BC и DK будут равны значениям координат по оси Oz векторов первого и второго образцов соответственно.

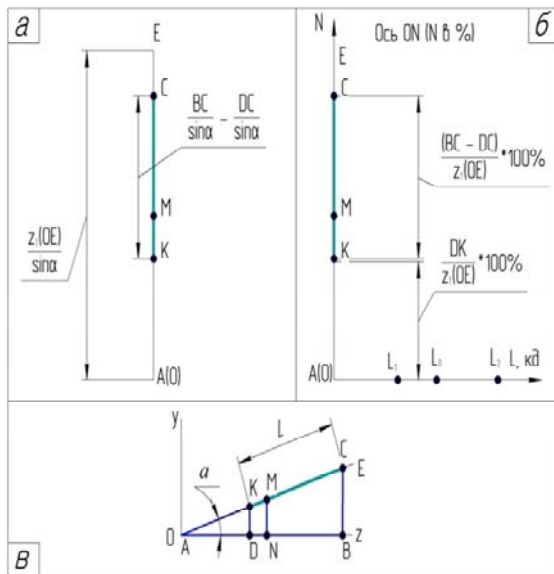


Рис. 3. Нахождение размеров и места положения точек векторов в новой системе координат

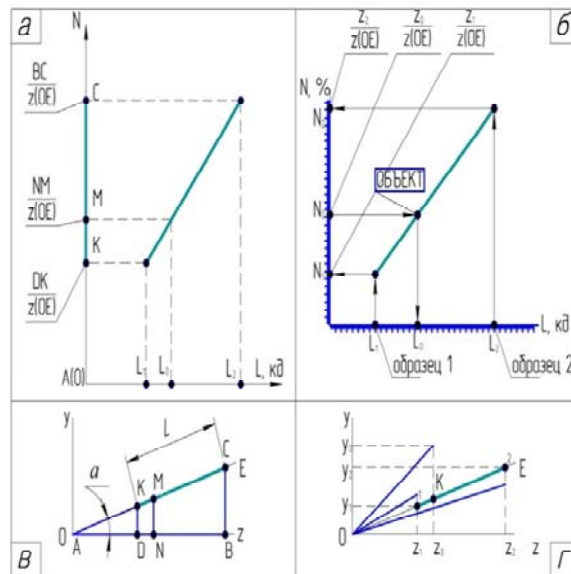


Рис. 4. Построение градуировочной характеристики

Далее нас интересует место расположения данного отрезка на векторе OE . Это возможно в случае, когда мы знаем длину проекции вектора первого образца на вектор OE (отрезок AK) и длину всего отрезка L . С учетом того, что весь вектор мы поделили на 256 частей (100 %) и вся длина $OE = \frac{z(OE)}{\sin \alpha}$, где $z_{1(OE)}$ – численное значение координаты точки E в пространстве XYZ . Получаем следующее (рис. 3, а, б). Аналогично находятся координата по оси ON для объекта:

$$\frac{MN}{z_{1(OE)}} 100 \%, \quad (1)$$

где MN – отрезок, величина которого равна численному значению координаты по оси z вектора цвета объекта; $z_{1(OE)}$ – отрезок, величина которого равна численному значению координаты по оси z вектора OE .

В итоге имеем следующие формулы для расчета координат точек образцов и объекта в новой системе координат (рис. 4, а, б).

То есть для образцов источников света нужно найти координаты по оси ON (каким образом – описано выше) и, зная численные значения их светлоты, построить градуировочную прямую, с помощью которой можно, имея об объекте информацию в виде лишь его координат RGB, получить численное значение его светлоты, предварительно выполнив пересчет этих координат по уже известным и заново полученным формулам.

Основные характеристики приложения. Результатом работы приложения является численное значение измеряемой величины и ее графическое представление.



Рис. 5. Общая схема функционирования приложения «Фотон»

После заполнения полей «Значение ФВ» для «Стандартного образца № 1» и «Стандартного образца № 2» а также «R», «G» и «B» для стандартных образцов и объекта, нажимая кнопку «ПОСТРОИТЬ ГРАФИК», получаем искомое значение физической величины и его графическое представление по отношению к значениям данной физической величины у стандартных образцов.

Системные требования: Windows XP SP3, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10. Процессор: 400 Hz и выше. Оперативная память (ОЗУ): 126 mb. Требуемое свободное место на диске: 7,25 mb.

МЕТОДИКА ГОЛОСОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

П. А. Меньшаков

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

Научный руководитель И. А. Мурашко

Первоначальным этапом голосовой идентификации является получение голоса пользователя. Для этого необходим микрофон, фильтр и аналого-цифровой преобразователь для дальнейшей работы с цифровой записью голоса.

В общем виде процесс ввода речевых сообщений приведен на рис. 1.

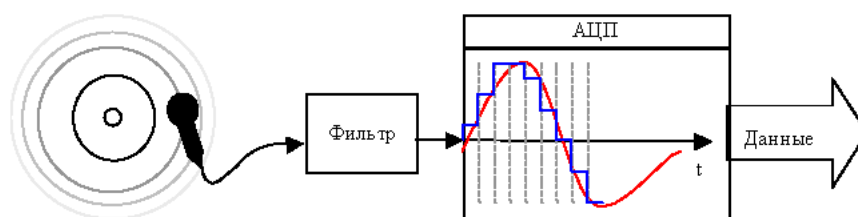


Рис. 1. Схема ввода записи голоса

С выхода микрофона сигнал подается на вход блока фильтрации. Следующим этапом является прохождение АЦП.

Далее оцифрованный сигнал попадает в блок цифровой обработки. В блоке цифровой обработки сигнал фильтруется и преобразуется в вектор, с которым в дальнейшем будет работать микропроцессор и нейросетевой обработчик.

Полученный вектор заносится в энергонезависимую память. Это необходимо для последующего сравнения с полученным отпечатком.

После сравнения отпечатка в памяти с полученным отпечатком микроконтроллер подает команду на блок управления внешним устройством, к примеру, на магнитный дверной замок. Общая схема устройства представлена на рис. 2.

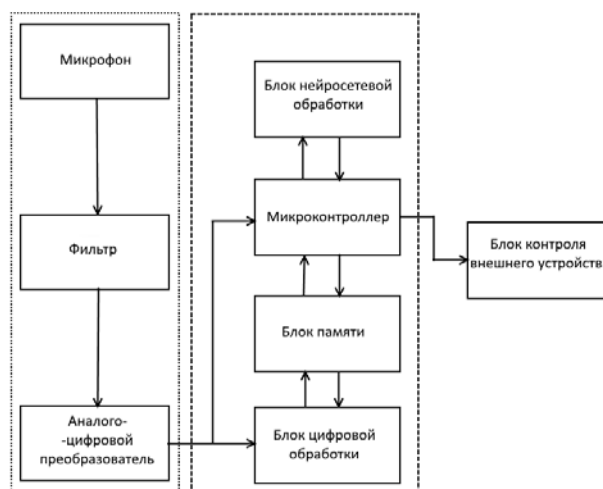


Рис. 2. Схема устройства

Сам процесс голосовой идентификации не требователен к ресурсам и состоит из двух этапов. Первый – получить голосовой отпечаток. Вторым шагом является сравнение голосовых отпечатков при помощи обученной нейронной сети. Для реализации процесса преобразования необходимо произвести определенный порядок действий.

При помощи микрофона получается запись голоса идентифицируемого и отправляется на ЭВМ. Наиболее оптимальным является получение WAV файла ввиду простоты работы с ним.

Полученную запись голоса необходимо разделить на кадры. Данное действие необходимо для более простой работы с записанной звуковой дорожкой.

Следующим этапом является устранение нежелательных эффектов и шумов. Это необходимо для того, чтобы записи, полученные в разное, время соответствовали друг другу независимо от сторонних факторов. Мною использовалось умножение каждого кадра на особую весовую функцию «Окно Хемминга»:

$$\omega(n) = 0,53836 - 0,46164 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), \quad (1)$$

где n – порядковый номер элемента в кадре, для которого вычисляется новое значение амплитуды; N – длина кадра (количество значений сигнала, измеренных за период).

Полученные кадры преобразуются в их частотную характеристику при помощи прогонки через «Быстрое Преобразование Фурье»:

$$X_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_n e^{\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad (2)$$

где N – длина кадра (количество значений сигнала, измеренных за период); x_n – амплитуда n -го сигнала; X_k – N -комплексных амплитуд синусоидальных сигналов, слагающих исходный сигнал.

На сегодняшний день наиболее успешными являются системы распознавания голоса, использующие знания об устройстве слухового аппарата. Ввиду данных особенностей необходимо привести частотную характеристику каждого кадра к «мелам».

Для перехода к «мел»-характеристике используется следующая зависимость:

$$m = 1127 \log_e \left(1 + \frac{f}{700} \right), \quad (3)$$

где m – частота в мелах; f – частота в герцах.

Это последнее действие, необходимое для последующего преобразования в вектор характеристики, который впоследствии сравнивается с базой голосовых записей. Вектор будет состоять из мел-кепстральных коэффициентов, получить которые можно по следующей формуле:

$$C_n = \sum_{k=1}^K (\log S_k) \left[n \left(k - \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{K} \right], \quad (4)$$

где C_n – мел-кепстральный коэффициент под номером n ; S_k – амплитуда k -го значения в кадре в мелах; K – наперед заданное количество мел-кепстральных коэффициентов $n \in [1, K]$.

Полученный вектор характеристик добавляется в базу данных для последующего сравнения с ним.

В работе использовалась нейронная сеть с обучением без учителя, так как оно является намного более правдоподобной моделью обучения в биологической системе. Процесс обучения выделяет статистические свойства обучающего множества и группирует сходные векторы в классы. Предъявление на вход вектора из данного класса даст определенный выходной вектор [3]. Схематически данная сеть изображена на рис. 3.

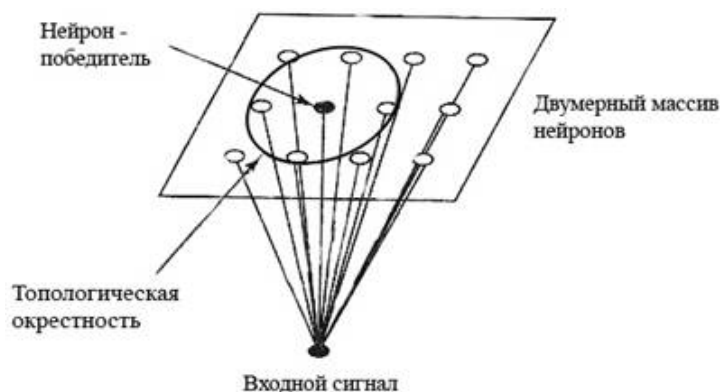


Рис. 3. Схема сети Кохонена

Распространение сигнала в такой сети происходит следующим образом: входной вектор нормируется на 1.0 и подается на вход, который распределяет его дальше через матрицу весов W . Каждый нейрон в слое Кохонена вычисляет сумму на своем входе и в зависимости от состояния окружающих нейронов этого слоя становится активным или неактивным (1.0 и 0.0). Нейроны этого слоя функционируют по принципу конкуренции, т. е. в результате определенного количества итераций активным остается один нейрон или небольшая группа. Так как отработка этого механизма требует значительных вычислительных ресурсов, в моей модели он заменен нахождение нейрона с максимальной активностью и присвоением ему активности 1.0, а всем остальным нейронам 0.0.

Если сеть находится в режиме обучения, то для выигравшего нейрона происходит коррекция весов матрицы связи по формуле

$$w_n = w_m + a(x - w_n), \quad (5)$$

где w_n – новое значение веса; w_m – старое значение; a – скорость обучения; x – величина входа.

Так как входной вектор x нормирован, т. е. расположен на гиперсфере единичного радиуса в пространстве весов, то при коррекции весов по этому правилу происходит поворот вектора весов в сторону входного сигнала. Постепенное уменьшение скорости поворота позволяет произвести статистическое усреднение входных векторов, на которые реагирует данный нейрон.

Как показало исследование, полученный алгоритм позволяет значительно ускорить работу программы голосовой идентификации. Данная модернизация позволяет использовать программу на предприятиях с большим потоком пользователей.

Также программный комплекс очень гибок и имеет большое пространство для дальнейшего усовершенствования и добавления новых функций, что делает его не только выгодным программным продуктом, но и перспективным проектом для развития и получения прибыли.

Литература

1. Bosi, M. Introduction to digital audio coding and standards / M. Bosi, R. E. Goldberg – Springer Science + Business, Media USA, 2003. – 434 p.
2. You, Y. AudioCoding: Theory and Applications / Y. You. – NY : Springer, 2010. – 349 p.
3. Загуменнов, А. П. Компьютерная обработка звука / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК, 1999. – 384 с.

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**А. В. Савчик***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. А. Кравченко

Методика моделирования проектов, предназначенных для работы в виртуальной реальности, хоть в целом и сходна с принципами проектирования обычных 3D-приложений, но имеет некоторые принципиальные отличия и особенности. Эти особенности можно разделить на 3 общих направления:

1. Производительность проекта.
2. Физиологические особенности человека.
3. Способы взаимодействия пользователя с приложением.

Одной из главных проблем, с которыми сталкивается разработчик приложения для виртуальной реальности, является высокие требования к системным ресурсам. В отличие от обычного 3D-приложения, для работы *VR* требуется одновременный рендеринг изображения на два разных экрана, для левого и правого глаза. Кроме того, для того чтобы изображение выглядело реалистичным и пользователь не испытывал дискомфорта, приложение должно работать при стабильной частоте в минимум 60 кадров в секунду (*frames per second*) [1]. Из-за этого требования к производительности компьютера увеличиваются в 2–3 раза по сравнению с обычными 3D-приложениями.

При разработке *VR*-приложения вопрос об оптимизации должен решаться на самых ранних этапах разработки. В первую очередь, должна быть определена целевая платформа, на которой планируется запускать разрабатываемый проект. Это может быть как определенная конфигурация ПК, так и мобильные платформы. Определившись с целевой платформой, разработчик должен начать постепенно моделировать пространство, тестируя и контролируя производительность на приемлемом уровне после каждого значимого этапа в разработке. Это одна из самых распространенных ошибок новичков в разработке *VR*-приложений – полностью смоделировать пространство, и только после этого приступить к оптимизации приложения. Чтобы не тратить лишние ресурсы на создание графических эффектов и высокополигональных моделей, которые после тестирования нужно будет убрать из итогового продукта ради стабильной производительности, при создании пространства для виртуальной реальности нужно делать масштабирование. Начав с примитивной модели без текстур и пост-эффектов, разработчик должен шаг за шагом добавлять самые необходимые элементы, делая тестирование на каждом этапе и подробно отслеживая изменение нагрузки на системные ресурсы.

Не менее важным моментом, который должен учесть каждый разработчик *VR*-приложений, является физиологические особенности человека. В отличие от обычных приложений, влияние виртуальной реальности на человека намного выше и до сих пор исследуется учеными. Кроме упоминавшегося выше дискомфорта для глаз, при неправильной настройке приложения велика вероятность вызвать у пользователя морскую болезнь и другие физиологические расстройства. Несмотря на распространенное суждение, эти проблемы возникают не из-за сути самой виртуальной реальности, а из-за ошибок, сделанных во время разработки *VR*-приложения.

Первым требованием для комфортной работы с *VR*-приложением является стабильная частота кадров в секунду (не менее 60). Вторым – камера должна быть абсолютно стабильна, а любая симуляция «тряски» или эффекта ходьбы категорически запрещены. Это одна из самых типичных ошибок разработчиков, ранее занимавшихся

созданием обычных 3D-приложений и решивших заняться разработкой проектов для виртуальной реальности. Третье требование – не допустить использования слишком ярких и тем более мерцающих источников света. Это еще одна причина для частого тестирования VR-приложения во время процесса разработки, на обычном дисплее изображение выглядит иначе, чем в очках виртуальной реальности. Четвертое требование – соблюдение корректных параметров пользователя и окружающего пространства, соответствующих реальному миру. К таким параметрам относятся размеры объектов, положение «глаз» пользователя и скорость его перемещения в пространстве. Скорость перемещения камеры и пользователя в пространстве должны быть статичны и не изменяться, т. е. никаких «рывков» и постепенно наращиваемой скорости. И пятое требование – ни в коем случае не использовать графических эффектов, призванных добавить «глубину» изображению, вроде *Depth of Field* и *Motion Blur*, они работают только на обычных мониторах.

Таким образом, наиболее эффективный метод предупреждения возможных физиологических проблем, с которыми может столкнуться пользователь при использовании VR-приложения, неотъемлемо связан с оптимизацией требований к системным ресурсам. Постоянное тестирование на каждом этапе проектирования пространства в виртуальной реальности несколько увеличивает временные затраты на разработку приложения, но при этом сокращает вероятность делания ненужной работы и позволяет на ранних этапах выявить проблемные с точки зрения физиологии человека места в проектируемой модели.

Эти два основных направления в методике моделирования виртуальной реальности тесно взаимосвязаны между собой. Последнее вышперечисленное направление не так сильно связано с предыдущими, однако на данный момент именно в этом направлении делается наибольшее количество исследований, связанных с виртуальной реальностью. Проблема взаимодействия пользователя с смоделированным VR-пространством обширна и заслуживает отдельной статьи, поэтому я кратко приведу основные примеры решений в этой области.

Очки виртуальной реальности позволяют осматривать смоделированное пространство вокруг пользователя, однако они не дают ему возможности перемещаться по этому пространству. Наиболее распространенным решением этой проблемы на данный момент являются классические средства ввода, вроде клавиатуры и геймпадов от консолей. Главная проблема такого метода – пользователь не ощущает этого перемещения на подсознательном уровне. Человек может сидеть за клавиатурой, но при этом в виртуальном пространстве он будет перемещаться, что может привести к уже упоминавшимся выше случаям возникновения у пользователей морской болезни и чувства дискомфорта. Существуют альтернативы вроде *Leap Motion* [2] и *Cyberith*, но при их плюсах есть и свои недостатки, главный из которых – цена и низкая распространенность этих устройств. Как вариант, можно спроектировать свою систему управления, однако этот вариант может значительно увеличить бюджет и время разработки проекта.

Подводя итог, мы выделяем главную особенность моделирования виртуальной реальности, которая прослеживается во всех трех описанных мной направлениях, – изначально четкое планирование процесса создания модели разработки проекта, а также постоянное и часто повторяемое тестирование приложения на каждом ее этапе. Не задавшись этими вопросами в самом начале, разработчик рискует на последних этапах разработки столкнуться с трудно исправимыми проблемами, на удаление которых может уйти значительный объем незапланированного изначально времени. Даже ученым в своей научной деятельности не стоит забывать об этих особенностях при моделировании VR-пространства, потому что возможные физиологические про-

блемы от использования таких приложений значительно более серьезные, чем недостатки с производительностью и увеличенные время затраты, обычно не критичные в научном процессе.

Литература

1. Кадровая частота. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 28.03.2016.
2. Leap Motion. 3D motion and gesture control for VR. – Режим доступа: <https://www.leapmotion.com/product/vr> – Дата доступа: 29.03.2016.

ПОИСК ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЗВОНКА НА DICOM-ИЗОБРАЖЕНИЯХ

И. Н. Цалко

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

Научный руководитель К. С. Курочка

Позвоночник человека является одним из самых главных внутренних органов организма. Его функциями являются защита спинного мозга, участие в движениях туловища и черепа, а также он выполняет роль осевого скелета, который является опорой тела [1].

В последнее время все более популярной становится наука биомеханика. Она приносит различные модели и методы механических исследований в медицину [2]. Позвоночник благодаря своей структуре хорошо подходит для таких исследований. Однако одной из проблем является получение достоверных физических моделей позвоночника.

Позвоночник содержит относительно большое количество различных органов и тканей, которые по своим физическим характеристикам весьма разнообразны. Таковыми частями являются [1]:

- позвонки (шейные, грудные, поясничные, крестцовые и копчиковые), состоящие из кортикальной и губчатых костных тканей;
- межпозвоночные диски, представляющие собой волокнисто-хрящевую пластинку, состоящую из фиброзного кольца и студенистого ядра;
- связки (продольные, межпоперечные и др.);
- суставные хрящи.

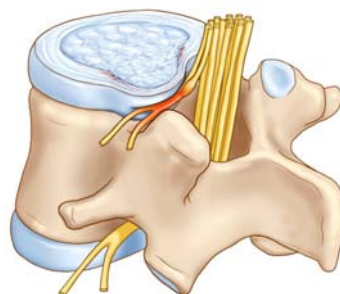


Рис. 1. Позвонок с межпозвоночными дисками и нервами спинного мозга

Одним из первых исследований внутреннего строения человека с помощью компьютеров является компьютерная томография. Она основана на свойстве тканей поглощать рентгеновское излучение с различной интенсивностью. На основе этого

свойства были и созданы томографы, способные строить двумерные проекции внутренних полостей [3].

Для выделения различных тканей на изображения используется шкала Хаунсфилда. Она позволяет выделить ткани на изображении исходя из их структуры, при этом она четко выделяет воздух и воду, которые обычно не являются важными для исследования [4].

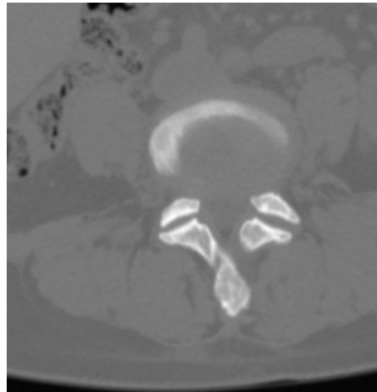


Рис. 2. Изображение-срез позвонка после процедуры компьютерной томографии

Авторами предлагается использовать ткани в качестве типовых элементов на изображении. Они подходят на эту роль, так как они не зависят от особенностей изображений и при этом на различных изображениях элементы будут указывать на одну и ту же ткань.

Для выделения типовых элементов используется методы кластерного анализа. Они позволяют разбить изображение на некоторые области с близкими плотностями, называемыми кластерами [5]. Характеристикой каждого кластера является его центр. После замены значений точек, принадлежащих кластеру, на центральное значение кластера, получаются более сглаженные изображения, в которых видна более четкая структура тканей.

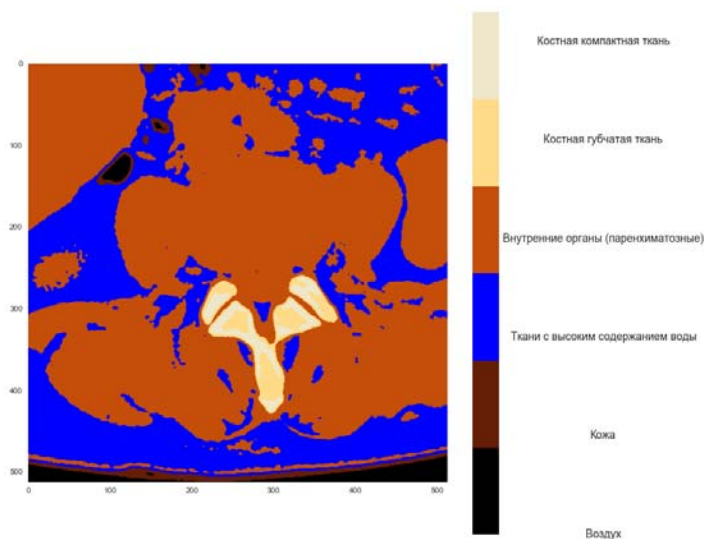


Рис. 3. Результат кластеризации изображения

Для реализации программы анализа был использован метод кластеризации «*K-means*» (K-средних). Он является простым и наглядным методом, который используется в большинстве программ [6].

Для улучшения качества нахождения типовых элементов их характеристики будут помещаться в отдельную базу, чтобы на ее основе строить классификаторы и позже расширить поиск и на другие части тела.

Л и т е р а т у р а

1. Привес, М. Г. Анатомия человека / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. – М. : Медицина, 1985. – 672 с.
2. Дубровский, В. И. Биомеханика : учеб. для вузов / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – М. : Владос Прес, 2003. – 550 с.
3. Хофер, М. Компьютерная томография. Базовое руководство / М. Хофер. – М. : Мед. лит., 2011. – 211 с.
4. Timothy G. Feeman. The Mathematics of Medical Imaging: A Beginner's Guide. Springer Undergraduate Texts in Mathematics and Technology. – Springer, 2010. – 141 с.
5. Anil J. Kain, Richard C. Dubes. Algorithms for clustering Data. – Prentice Hall, 1988. – 334 с.
6. Raul Garetta, Guillermo Moncecchi. Learning scikit-learn: Machine Learning in Python. – Packt Publishing, 2013. – 118 с.

Научное издание

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

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

Гомель, 28–29 апреля 2016 года

Ответственный за выпуск Н. Г. Мансурова

Редакторы: Н. В. Гладкова, А. В. Власов, Т. Н. Мисюрова

Компьютерная верстка: Е. Б. Ящук, Н. Б. Козловская

Подписано в печать 19.09.16.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 59,05. Уч.-изд. л. 49,33.

Тираж 50 экз. Заказ № 241/87.

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48